

SHIZUO MAEDA

# **INTERPRETAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE SOJA PELO DRIS NO MATO GROSSO DO SUL**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Ronzelli Júnior

CURITIBA

2002



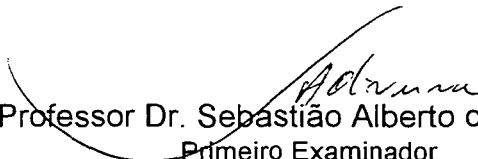
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E FITOSSANITARISMO  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
PRODUÇÃO VEGETAL

**PARECER**

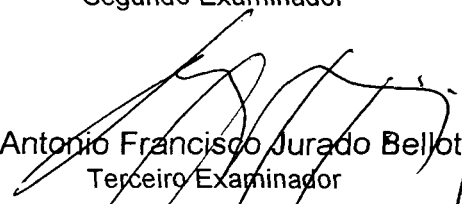
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Tese de DOUTORADO, apresentada pelo candidato **SHIZUO MAEDA**, sob o título "**INTERPRETAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE SOJA PELO DRIS NO MATO GROSSO DO SUL**", para obtenção do grau de Doutor em Ciências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Tese.

Curitiba, 26 de Abril de 2002.

  
Professor Dr. Sebastião Alberto de Oliveira  
Primeiro Examinador

  
Dr. Amocay Carvalho Fabricio  
Segundo Examinador

  
Dr. Antonio Francisco Jurado Bellote  
Terceiro Examinador

  
Professor Dr. Luiz Antonio Corrêa Lucchesi  
Quarto Examinador

  
Professor Dr. Pedro Ronzelli Júnior  
Presidente da Banca e Orientador

## DEDICATÓRIA

“À Maria José, minha esposa, pelo carinho e pela paciência nos momentos difíceis durante a realização do curso e à Isabela, minha filha, pedindo lhes desculpas pela minha ausência em alguns momentos de suas vidas”

“Ao meu irmão Paulo, por propiciar todo apoio necessário para a minha graduação como Engenheiro Agrônomo”

## AGRADECIMENTOS

Aos professores Pedro Ronzelli Júnior pela orientação e exemplo de competência e profissionalismo e Luiz. A. C. Lucchesi, pela co-orientação e revisão no texto da tese.

À Universidade Federal do Paraná, por meio do Setor de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, pela oportunidade de realização do curso.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, por meio do Centro de Pesquisa Agropecuária Oeste - EMBRAPA Agropecuária Oeste, pela liberação, concessão de auxílio financeiro para a realização do curso e para a coleta e análise de amostras.

À EMBRAPA Florestas por dar suporte pessoal por meio do seu Setor de Recursos Humanos e de sua Biblioteca no suporte ao trabalho de pesquisa bibliográfica.

Aos professores e funcionários do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, pelo convívio.

A bibliotecária Maria Simone Utida dos Santos Amadeu pela revisão nas referências bibliográficas.

Ao Professor Henrique Soares Koehler e ao colega Edilson Batista de Oliveira, pesquisador da EMBRAPA Florestas, pelas sugestões na análise dos dados.

Ao colega, Carlos Alberto Ferreira, pesquisador da EMBRAPA Florestas, pela leitura do trabalho na fase preliminar.

Aos colegas, funcionários do laboratório de solos da EMBRAPA Agropecuária Oeste, que deram suporte ao trabalho de análise de amostras de solo e de folhas, bem como os funcionários da biblioteca, no suporte ao trabalho de pesquisa bibliográfica. Destaco aqui, a atenção especial dada pelo colega William Marra Silva no encaminhamento da análise das amostras.

Aos agricultores da região Sul do Mato Grosso do Sul que permitiram a coleta de amostras em suas lavouras e prestaram valiosas informações.

Ao Jorge Ferreira Kusdra pela amizade e companheirismo.

Aos amigos, conquistados durante a realização do curso, pelo convívio alegre e saudável.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

SHIZUO MAEDA, filho de Takeshi Maeda e de Yoshiko Namizaki Maeda, nasceu em Mandaguari, Estado do Paraná, em 30 de março de 1955. É casado com Maria José Botelho Maeda e pai de Isabela Botelho Maeda.

Cursou os ensinos de primeiro e de segundo graus em Mandaguari, PR e em 1977 recebeu o grau de Engenheiro Agrônomo, conferido pela Universidade Federal do Paraná.

De 1979 a 1985 trabalhou na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, lotado na Unidade do estado de Rondônia, de onde se afastou para a realização do curso de pós-graduação na antiga Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL, hoje Universidade Federal de Lavras - UFLA, onde obteve o título de Mestre em Agronomia - concentração em Fitotecnia, em maio de 1987. Continuou suas atividades na Embrapa em Rondônia até novembro de 1988, tendo se transferido em seguida para a Unidade da mesma Empresa em Dourados, Estado do Mato Grosso do Sul, tendo lá permanecido até fevereiro de 1998. Em março de 1998 iniciou o curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná.

## SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE TABELAS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	xi
LISTA DE QUADROS .....	xi
LISTA DE ANEXOS .....	xii
RESUMO .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA CULTURA DA SOJA .....	3
2.2 A REGIÃO SUL DO MATO GROSSO DO SUL .....	3
2.2.1 Sistema de manejo do solo na região .....	5
2.3 MÉTODOS DE DIAGNOSE .....	5
2.3.1 Análise química do solo .....	6
2.3.2 Diagnose foliar .....	9
2.3.2.1 Diagnose visual .....	9
2.3.2.2 Análise foliar .....	9
2.4 REQUERIMENTOS NUTRICIONAIS DA SOJA .....	11
2.5 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DE ANÁLISES DE SOLO E DE FOLHAS .....	13
2.5.1 Critérios do nível crítico e das faixas de concentração .....	13
2.5.2 Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação .....	17
2.5.2.1 Fundamentos teóricos do DRIS .....	17
2.5.2.2 Formação do banco de dados .....	19
2.5.2.3 Seleção da população de referência e obtenção dos valores de referência .....	20
2.5.2.4 Cálculo e interpretação dos índices de diagnose .....	21
2.5.2.5 Avaliação dos valores de referência .....	25
2.5.2.6 Aplicação do DRIS no diagnóstico nutricional .....	26
2.5.2.7 Aplicação do DRIS em resultados de análise foliar em soja .....	27
3 METODOLOGIA .....	29
3.1 SELEÇÃO DAS PROPRIEDADES AMOSTRADAS .....	29
3.2 LOCAIS DE COLETA DAS AMOSTRAS .....	31

	Pág.
3.3 PROCEDIMENTOS PARA A COLETA E PREPARO DAS AMOSTRAS .....	31
3.3.1 De solo .....	31
3.3.2 De folhas .....	31
3.3.3 De grãos .....	32
3.4 ANÁLISES LABORATORIAIS .....	32
3.4.1 De amostras de solo .....	33
3.4.1.1 Análises químicas .....	33
3.4.1.2 Análises físicas .....	33
3.4.2 De amostras de folha e de grãos .....	34
3.5 ESTIMATIVA DO TOTAL DE BASES (s), DA CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIONS EFETIVA (t), DA CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIONS (T) A pH 7,0, DA SATURAÇÃO DE ALUMÍNIO NA t (m%), DA SATURAÇÃO POR BASES NA T A pH 7,0 (V%) E DA SATURAÇÃO DE CÁLCIO NA t (Ca%) .....	34
3.6 ESTIMATIVA DA QUANTIDADE DE NUTRIENTES NOS GRÃOS .....	35
3.7 BALANÇO DO P E K NA CAMADA DE 0 - 20 cm .....	35
3.8 ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	35
3.9 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES DE SOLO E DE FOLHAS .....	36
3.9.1 Critério das faixas de concentração .....	36
3.10 SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO - DRIS .....	36
3.10.1 Desenvolvimento do DRIS .....	36
3.10.1.1 Formação do banco de dados .....	38
3.10.1.2 Seleção da população de referência e obtenção dos valores de referência ....	38
3.10.1.2.1 Seleção da população de referência .....	38
3.10.1.2.2 Teste de normalidade .....	38
3.10.1.2.3 Obtenção dos valores de referência .....	38
3.10.1.3 Cálculo dos índices de diagnose .....	39
3.10.1.3.1 Cálculo do Índice de Balanço Nutricional (IBN) .....	40
3.10.1.3.2 Interpretação dos índices de diagnose do DRIS .....	40
3.10.1.4 Avaliação dos valores de referência desenvolvidos e comparação entre o DRIS e o critério das faixas de concentração .....	40
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>42</b>
4.1 RESULTADOS ANALÍTICOS DAS AMOSTRAS DE SOLO .....	42
4.2 RESULTADOS ANALÍTICOS DAS AMOSTRAS DE FOLHAS .....	51

	Pág.
4.3 SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO - DRIS .....	60
4.3.1 Valores de referência para teores foliares de nutrientes .....	60
4.3.2 Cálculo e interpretação dos índices de diagnose do DRIS .....	65
4.3.3 Avaliação do valores de referência e comparação do DRIS com o critérios das faixas de concentração .....	71
5 CONCLUSÕES. ....	74
6 REFERÊNCIAS .....	75
7 ANEXOS .....	82



## LISTA DE TABELAS

Tabela	Pág.
1 Coeficientes de correlação linear de Pearson (r) entre as variáveis determinadas em amostras de solo da camada de 0 - 20 cm e o rendimento de grãos de soja, variedade CD 202, coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 .....	43
2 Valores mínimos, máximos e médios e coeficientes de variação (CV%) e do rendimento de grãos e de variáveis determinadas em amostras de solo coletadas na camada de 0 - 20 cm, em áreas cultivadas com soja, variedade CD 202, na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 .....	44
3 Frequência de ocorrência, em classes de interpretação, de teores Al e de saturação por bases, determinados pela análise de solo, em amostras coletadas na camada de 0 - 20 cm em áreas com o cultivo de soja, variedade CD 202, na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 .....	45
4 Frequência de ocorrência, em classes de interpretação, de teores de variáveis determinadas pela análise de solo, em amostras coletadas na camada de 0 - 20 cm e 20 - 40 cm (para saturação de Al - m% e de Ca) em áreas com o cultivo de soja, variedade CD 202, na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 .....	46
5 Distribuição em classes de frequência de teores de P e K determinados em amostras de solo da camada de 0 - 20 cm, coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, em lavouras de soja, variedade CD 202, em relação à faixa de suficiência, Dourados, MS, 2000/2001 .....	49
6 Balanço da quantidade de P e K no solo considerando as quantidades disponível (sem adubação), aplicada e exportada pela soja, variedade CD 202, e a capacidade de produção de soja considerando o residual de P e K no solo, em amostras de solo coletadas na camada de 0 - 20 cm, em áreas do Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 .....	50

7	Valores mínimos, máximos, médios e coeficientes de variação (CV) para teores foliares de nutrientes em soja, variedade CD 202, observados em amostras coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 .....	52
8	Distribuição da frequência em classes de concentrações de nutrientes determinadas em amostras foliares de plantas de soja, variedade CD 202, coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 ..	53
9	Coeficientes de correlação linear de Pearson (r) entre teores foliares de nutrientes e rendimento de grãos de soja, variedade CD 202, determinadas em amostras coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 .....	58
10	Coeficientes de correlação linear de Pearson (r) entre variáveis determinadas em amostras de solo da camada de 0-20 cm, variáveis determinadas em amostras foliares e rendimento de grãos de soja, variedade CD 202, coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 ..	59
11	Valores mínimos, máximos, médios, coeficientes de variação (CV-%) e $D_{max}$ para rendimento de grãos e teores de nutrientes em folhas de soja, variedade CD 202, de lavouras com rendimento de grãos superiores a 3.500 kg.ha <sup>-1</sup> e $D_{max}$ para o banco de dados geral, para as mesmas variáveis, em amostras coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 ..	61
12	Teor médio de nutrientes da população de referência e valores foliares de referência (média e coeficiente de variação) para o cálculos dos índices do DRIS desenvolvidos neste trabalho e comparação desses, pelo teste de t, com os desenvolvidos por Leandro (1998); Beverly <i>et al.</i> (1986) e Hallmark <i>et al.</i> (1990), resultados obtidos em amostras coletadas em lavouras cultivadas com a variedade CD 202, na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 .....	62
13	Índices de diagnose do DRIS calculados com base nos valores de referências desse trabalho e os calculados com base nos valores de referência obtidos por Leandro (1998) em amostras coletadas em lavouras de soja, variedade CD 202, com rendimento de grãos até 3.500 kg.ha <sup>-1</sup> na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 .....	66
14	Índices de diagnose do DRIS e caracterização nutricional de lavouras de soja, conforme Beaufils (1973), variedade CD 202, com base em amostras coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 ..	68

<b>Tabela</b>	<b>Pág.</b>
15 Freqüência, por ordem de importância, dos nutrientes nas amostras de folhas, com base nos índices de diagnose do DRIS, amostras coletadas em lavouras de soja, variedade CD 202, coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 .....	71
16 Índices DRIS de amostra de folhas de soja coletada em área cultivada com a variedade CD 202 na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 .....	72
17 Resultados de análises de solo e de folhas de soja, de amostra coletada em área cultivada com a variedade CD 202 na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 .....	73

## **LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura</b>	<b>Pág.</b>
1 Mato Grosso do Sul, divisão em Micro-Regiões Homogêneas .....	30
2 Folhas de plantas de soja com sintomas de distúrbios nutricionais coletadas em lavoura da variedade CD 202, na Região Sul do Mato Grosso do Sul Dourados, MS, 2000/2001 .....	72

## **LISTA DE QUADROS**

<b>Quadro</b>	<b>Pág.</b>
1 Classes de valores utilizadas para interpretação de variáveis determinadas pela análise química do solo em amostras coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 .....	37
2 Concentrações de nutrientes utilizadas para a interpretação dos resultados de análises de folhas de soja de amostras coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 .....	37

## LISTA DE ANEXOS

Anexo	Pág.
1 Relação das parcelas amostradas com o nome dos seus respectivos proprietários e localização, Dourados, MS, 2000/2001 .....	83
2 Sistemas de manejo do solo empregados no cultivo de soja observadas em lavouras da Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 ..	85
3 Formulações de fertilizantes ( $P_2O_5$ e $K_2O$ ) utilizadas no cultivo de soja, variedade CD 202, na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 .....	85
4 Percentual de lavouras cultivadas com a variedade de soja CD 202, fertilizadas ou não com micronutrientes na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 .....	86
5 Resultados analíticos de amostras de solo coletadas na camada de 0 - 5 cm em lavouras de soja, variedade CD 202, na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 .....	87
6 Resultados analíticos de amostras de solo coletadas na camada de 5 - 10 cm em lavouras de soja, variedade CD 202, na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 .....	90
7 Resultados analíticos de amostras de solo coletadas na camada de 10 - 20 cm em lavouras de soja, variedade CD 202, na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 .....	93
8 Resultados analíticos de amostras de solo coletadas na camada de 0 - 20 cm em lavouras de soja, variedade CD 202, na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 .....	96
9 Resultados analíticos de amostras de solo coletadas na camada de 20 - 40 cm em lavouras de soja, variedade CD 202, na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 .....	99
10 Teores foliares de nutrientes e rendimento de grãos de amostras coletadas em lavouras de soja, variedade CD 202, na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 .....	102

Anexo		Pág.
11	Valores mínimo, máximo e médio de quantidades de nutrientes, por tonelada de grãos de soja, estimados a partir de 15 amostras coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, em lavouras da variedade CD 202, Dourados, MS, 2000/2001 .....	105
12	Coeficientes de correlação linear de Pearson (r) entre as variáveis determinadas em amostras de solo coletadas na camada de 0 - 5 cm e o rendimento de grãos de soja, variedade CD 202, coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 .....	105
13	Coeficientes de correlação linear de Pearson (r) entre quantidades de nutrientes determinadas em amostras de solo da camada de 0 - 10 cm e rendimento de grãos de soja, variedade CD 202, coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 .....	106
14	Distribuição de chuvas, por quinquídio, a partir de 1º de setembro de 2000 a de 31 março de 2001, na Região Sul do Mato Grosso do Sul [EMBRAPA Agropecuária Oeste (dados não publicados)] .....	106
15	Valores mínimos, máximos, média, coeficiente de variação (CV%) e o $D_{max}$ do teste de Kolmogorov-Smirnov para rendimento de grãos e variáveis determinadas pela análise química foliar em amostras de soja de baixo rendimento ( $< 3.500 \text{ kg.ha}^{-1}$ ), variedade CD 202, coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 .....	107

## RESUMO

Instrumentos para a caracterização nutricional das culturas são necessários no correto manejo da fertilidade do solo com vistas à melhoria da rentabilidade da atividade agrícola bem como da sustentabilidade do ambiente. Para tanto análises de solos e de folhas e interpretação de seus resultados, com base em níveis críticos e faixas de concentração, têm sido os critérios mais utilizados para embasar decisões. No entanto, interpretações de resultados analíticos feitas de forma isolada para cada nutriente e sua não hierarquização quanto a limitações nutricionais, apontadas e desligadas de possíveis efeitos de fatores como variedade, idade de tecido, bem como daqueles edafoclimáticos locais, restringem sua validade e a qualidade das recomendações eventualmente nelas embasadas. Nesse contexto o Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS) surge como alternativa aos referidos critérios interpretativos. Por outro lado, apesar de ser considerado menos suscetível aos referidos problemas que interferem nos demais critérios, também é influenciado por fatores que interferem em sua eficiência interpretativa e discriminatória. Há pois a necessidade de se minimizar tais efeitos por meio do desenvolvimento de “valores de referência” particularizados para as situações regionais para onde o DRIS venha a ser empregado. Com o objetivo de comparativamente caracterizar o estado nutricional de lavouras de soja da região Sul do Mato Grosso do Sul, por meio do critério das faixas de concentração para solo e folhas e do DRIS para folhas, amostras de solo, folhas e grãos de soja foram coletadas em lavouras comerciais, durante a safra 2000/2001. As de solo foram tomadas em número de 115, durante os estádios V1 a V4, nas entrelinhas, para cada uma das seguintes profundidades: 0-5, 5-10, 10-20, 0-20 e 20-40 cm. Os locais de amostragem corresponderam aos mesmos onde, posteriormente, tomaram-se amostras de folhas, coletadas no estádio R1, da mesma forma, no estádio R8 foram coletadas amostras de grãos para avaliação de rendimento. Para o DRIS foram desenvolvidos valores de referência que foram validados por meio de sua aplicação em resultados de amostras foliares, que se apresentavam com sintoma de distúrbio nutricional. Para este caso os teores de nutrientes interpretados pelo DRIS geraram um diagnóstico de deficiência, apontando o Mn como o mais limitante dos nutrientes. Isso coincidiu com os sintomas visuais, demonstrando maior sensibilidade e capacidade discriminatória do DRIS para a diagnose de distúrbios nutricionais. De modo geral o método de faixas de concentração apontou, nas folhas, N, Cu e P como os principais limitantes e no solo, Zn, K e P. Por outro lado os índices de diagnose do DRIS, calculados com base nos valores de referência desenvolvidos nesse trabalho, geraram resultados distintos daqueles obtidos a partir de dados compilados, demonstrando a necessidade de se desenvolver, de fato, valores de referência regionalizados.

Palavras chave: Glycine max, nutrição mineral, DRIS, Mato Grosso do Sul/Brasil

## ABSTRACT

Methods for crop nutritional diagnosis are important tools to support decisions during the process of soil fertility management. Such procedures allow farmers to increase their chances to obtain profitability and to promote greater environmental sustainability of agricultural systems. For that purpose, particularly in Brazil, soil and leaf analysis have been the mostly used methods. However, it is well known that the resultant interpretation done in an isolated way for each nutrient by either the "critical levels" or the "concentration ranges" criteria are difficult to be organized under a hierarchy of limitations and are affected by several factors such as variety, tissue age, climate and soil properties, points which constitute restrictions for the validity and quality of recommendations based on them. In order to overcome such limitations some authors have proposed an alternative interpretation method, the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS), considered less susceptible but yet influenced by some factors in its discriminatory ability and efficiency of diagnosing plant nutrition status, and thus requiring the development of "reference values" for its regional application. The aim of this work was to characterize the nutritional status of soybean crops cultivated during the agricultural year of 2000/2001 in the southern portion of the state of Mato Grosso do Sul, Brazil, in order to allow comparisons between the leaf nutrient concentration ranges criteria and the DRIS. For that purpose soil and soybean grain and leaves were sampled in commercial areas, always from same sites. The soil was taken during V1 until V4 stage period at 5 depths (0-5, 5-10, 10-20, 0-20, and 20-40 cm), and the leaves were sampled during the R1 stage. Regional "reference values" based on the leaf samples were established and validated by comparing DRIS interpretation with the visual diagnosis method. The efficacy and the ability to discriminate and to order nutritional problems were better for DRIS than for the other tested methods. This was demonstrated when data from a leaf sample presenting a classical Mn visual deficiency symptom led DRIS to rank Mn as the most limiting nutrient. Besides, for this case, data interpretation by the "concentration range" criteria gave N, Cu and P as the most deficient nutrients in the leaves, and Zn, K and P in the soil. On the other hand, the difference between outputs given by DRIS based on published values and DRIS based on regional values suggests that refinement of "reference values" may be beneficial when an improvement in DRIS accuracy is required.

**Key-words:** Glycine max, mineral nutrition, DRIS, Mato Grosso do Sul/Brazil

## 1 INTRODUÇÃO

A estabilização da economia brasileira associada a sua globalização acentuou a necessidade de tornar a agricultura mais eficiente e competitiva. Sob essa ordem econômica, a sobrevivência do produtor depende de sua competitividade, ou seja, de sua habilidade em adequar o processo produtivo ao preço praticado para seu produto, de forma a se alcançar o melhor resultado possível na relação custo/benefício. Essa estratégia pode ser implementada tanto por meio de maior eficiência no manejo dos fatores de produção quanto pelo maior controle dos seus custos. Nesse contexto não são admissíveis improvisações e reduções no rendimento e na rentabilidade da atividade agrícola provocadas por falhas no manejo de fatores de produção previsíveis. Dentre os fatores passíveis de planejamento e manejo que interferem na produção vegetal, pode-se mencionar a disponibilidade de nutrientes que, nos solos da região dos Cerrados do Brasil, representa uma das principais limitações a sua ocupação econômica pela sua baixa fertilidade natural.

Pela sua importância na composição do custo de produção da soja, que na safra 1999/2000 correspondeu a aproximadamente 50,5% do custo dos insumos e a 25,0% do custo de produção total para o sistema de plantio direto (Melo Filho e Mendes, 1999), a aplicação de fertilizantes e calcário é um dos fatores de manejo para essa cultura que deve merecer especial atenção, em razão da previsibilidade de seus efeitos. Porém, o estabelecimento de doses, formas e épocas de aplicação desses insumos só é possível por meio de adequadas metodologias de diagnose da fertilidade do solo e de recomendação de práticas de manejo.

Para a avaliação da fertilidade de solos para o cultivo com soja no Mato Grosso do Sul tem-se utilizado, como métodos diagnósticos, as análises de solo e de folhas, cujos resultados são interpretados a partir do critério das faixas de concentração. Embora para espécies, como de *Eucaliptus*, proporções entre nutrientes para interpretação de coeficientes entre nutrientes venham sendo utilizadas, em geral a interpretação de teores foliares de nutrientes é realizada de forma independente, um dos outros, o que se constitui numa limitação do método. Portanto, pelo critério mencionado, os resultados analíticos são interpretados sem que se considere as interações existentes entre os distintos nutrientes. Além disso, quando da utilização desse critério e quando dois ou mais nutrientes estão



abaixo de suas faixas críticas, o método não permite diagnosticar e hierarquizar suas limitações. A diagnose nutricional por esse método é limitada ainda por outros fatores, como a idade do tecido amostrado e por variações nas concentrações de nutrientes entre variedades.

As deficiências apresentadas pelo critério citado anteriormente podem ser minimizadas pelo método DRIS - Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (Beaufils 1973). Estudos realizados com o método, em diferentes culturas, têm indicado boas perspectivas para a diagnose nutricional. De forma semelhante a outros métodos de diagnose, o DRIS baseia-se na comparação de uma amostra com valores de referência pré-estabelecidos, os quais por meio de fórmulas matemáticas possibilitam a obtenção de índices de diagnose utilizados no ordenamento dos desequilíbrios nutricionais. Inicialmente considerados como de aplicação universal, os valores de referência do DRIS tem mostrado efeito de fatores edafoclimáticos regionais, resultando em diagnósticos errôneos quando se utiliza valores de referência obtidos em condições distintas daquelas da amostra sob diagnose.

O interesse pela busca de métodos de diagnose mais eficazes tem sido despertado pela sua importância na orientação e na correção do estado nutricional das plantas, refletindo-se na utilização racional de fertilizantes e corretivos. Dessa forma pode-se contribuir para o aumento na rentabilidade da atividade agrícola pelo aumento da produtividade e/ou pela redução no custo de produção, como resultado de uma nutrição mais equilibrada das plantas o que pode aumentar a competitividade dos agricultores, principalmente daqueles localizados em regiões mais distantes dos centros formadores do preço de seus produtos, como no caso da soja produzida no estado do Mato Grosso do Sul. Adicionalmente, a racionalização na utilização de fertilizantes pode contribuir para a minimização dos impactos ambientais, tanto nos locais de sua utilização quanto no de sua produção e também na manutenção das reservas dos nutrientes.

Considerando as informações destacadas, se os valores de referência do DRIS forem obtidos e validados regionalmente, esse método poderá ser eficiente para diagnósticos mais precisos dos distúrbios nutricionais de soja e, se forem considerados os procedimentos intrínsecos do DRIS, esse método será mais eficiente que o critérios das faixas de concentração para interpretar o estado nutricional de soja. Assim, os objetivos do presente trabalho foram: a) obter valores de referência regionais para o DRIS na cultura de soja; e b) caracterizar o estado nutricional de algumas lavouras de soja no Mato Grosso do Sul, por meio das análises de solo e folhas, interpretado pelos critérios das faixas de concentração e do DRIS.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA CULTURA DA SOJA

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é a espécie oleaginosa mais cultivada no mundo. Na safra 1999/2000 foram cultivadas 72,2 milhões de hectares desta espécie, no mundo, o que gerou a produção de 157,7 milhões de toneladas de grãos, correspondentes a 56,0% da produção mundial do total das espécies oleaginosas (USA, 2001). Nessa mesma safra, os EUA, Brasil, China e Argentina foram responsáveis por 88,6% da produção mundial da oleaginosa. Embora a China seja importante produtora de soja, esse País não participa do mercado internacional, pois sua produção destina-se exclusivamente ao abastecimento do seu mercado interno (Roessing e Guedes, 1993).

Na safra 1999/2000, no Brasil, a produção de soja foi de 32,7 milhões de toneladas de grãos, equivalendo a 20,7% do total mundial, colhidos em 13,6 milhões de hectares, o que corresponde a um rendimento médio de 2,4 t.ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2001a), sendo que desse total a participação da Região Centro-Oeste correspondeu a 40,5% da área plantada e a 47,2% do total da produção obtida no País. No Mato Grosso do Sul a área plantada na mesma safra foi de 1,1 milhões hectares com produção de 2,5 milhões de toneladas de grãos, correspondendo a um rendimento médio de 2,3 t.ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2001a).

Na safra 1999/2000, a Região Sul do Mato Grosso do Sul, contribuiu com 1,3 milhões de toneladas de grãos, o que representou cerca de 52% da produção estadual. Essa produção foi obtida em 0,6 milhões de hectares (53% da área cultivada no Estado), correspondendo a um rendimento médio de 2,0 t.ha<sup>-1</sup> que é inferior ao rendimento médio estadual que foi de 2,3 t.ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2000). O baixo rendimento médio observado na Região Sul do Estado deveu-se, possivelmente, à distribuição irregular de chuvas ocorrida durante aquela safra, principalmente no período de implantação da lavoura e desenvolvimento vegetativo da cultura, conforme dados meteorológicos apresentados em EMBRAPA Agropecuária Oeste (2000a).

### 2.2 A REGIÃO SUL DO MATO GROSSO DO SUL

Considera-se como Região Sul do Mato Grosso do Sul a área situada ao sul do paralelo 21° S. Nessa região o cultivo da soja concentra-se, principalmente, na micro-região

homogênea de Dourados - (MRH 010), na qual estão inseridos os municípios de Amambai, Antonio João, Aral Moreira, Caarapó, Douradina, Dourados, Fátima do Sul, Itaporã, Juti, Laguna Caarapã, Maracaju, Nova Alvorada do Sul, Ponta Porã, Rio Brilhante e Vicentina. Nessa região foram cultivadas 52,7% da área total de soja do Estado, na safra 1999/2000, e 91,4% da área de soja da região Sul do Estado (IBGE, 2000).

As cotas altimétricas da MRH 010 situam-se entre 230 e 600 m acima do nível do mar Oliveira *et al.* (2000) e conforme a classificação de Köppen, o clima dessa micro-região é Cfa - sub-tropical chuvoso com inverno seco, verão chuvoso, temperatura média do mês mais frio inferior a 18° C e a do mês mais quente superior a 22° C (BRASIL, 1971). A precipitação pluvial média anual dessa região varia de 1400 a 1700 mm, sendo os meses de novembro, dezembro e janeiro o período mais chuvoso enquanto os meses de junho, julho e agosto correspondem ao período menos chuvoso. A evapotranspiração potencial varia de 1.200 a 1.450 mm.ano<sup>-1</sup> sendo os meses de novembro, dezembro e janeiro o período de maior demanda evapotranspirativa. Na região dos Cerrados do Brasil e, especificamente na Região Sul do Mato Grosso do Sul, a ocorrência de veranicos é freqüente durante o desenvolvimento das culturas de verão, conforme Fietz e Urchei (2000), EMBRAPA Agropecuária Oeste (2000a), EMBRAPA CPAO (1998) e Silva e Resck (1997), o que pode provocar perdas no rendimento das culturas em intensidades variáveis dependendo do estágio fenológico das plantas.

Conforme levantamento pedológico realizada na Bacia Hidrográfica do Rio Ivinhema, onde está inserida a maioria dos municípios componentes da MRH 010, a ordem de solo de maior predominância é a do Latossolo. O Latossolo Roxo, por exemplo, ocupa 46,2% da área da Bacia, sendo esse o grande grupo de maior expressão, seguido pelo Latossolo Vermelho-Escuro com 38,5% da área. Outras ordens como a dos Podzólicos ocupam 6,7%, as Associações Complexas 3,8%, os Planossolos 3,2%, as Areias Quartzosas 0,6% e os Solos Orgânicos e Gleizados 1,0% (Oliveira *et al.*, 2000). Deve-se ressaltar que a descrição apresentada não foi ajustada para o sistema de classificação vigente descrito em EMBRAPA Solos (1999).

Originalmente os Latossolos possuem como principal limitação para exploração agrícola a baixa fertilidade natural e a presença de alumínio trocável em níveis tóxicos. Destes, os solos que possuem as menores restrições são os Latossolos Roxos. Em tais solos, devido às características favoráveis a sua mecanização, tem sido intensa a utilização para o cultivo principalmente de soja e milho. Com relação aos Podzólicos, esses são encontrados na região como solos de caráter álico, eutrófico e distrófico e em condições de relevo ondulado apresentam restrições à mecanização, predominando assim a exploração pastoril (Oliveira *et al.*, 2000).

### 2.2.1 Sistema de manejo do solo na região

Para o cultivo da soja na Região Sul do Mato Grosso do Sul, tanto o sistema de preparo convencional (SPC) quanto o sistema de plantio direto (SPD) são adotados (Melo Filho *et al.*, 2001). O SPC caracteriza-se, na região, basicamente pela utilização de escarificadores associados com grades niveladoras, ou apenas pela utilização de grades niveladoras, estas com profundidade de trabalho aproximada de 10 cm. Por outro lado, o SPD caracteriza-se pela mobilização do solo somente na linha de semeadura. O SPD é, comprovadamente, um sistema de manejo conservacionista por promover reduções das perdas de solo pela erosão a valores próximos de zero, das perdas de umidade, bem como contribuir para a redução das amplitudes térmicas, entre outras vantagens (Bayer e Mielniczuk, 1999 e Vieira *et al.*, 1978). Na região Sul do Mato Grosso do Sul e em outras regiões do Centro-Oeste do Brasil existem limitações no sistema pela dificuldade em se produzir e manter uma adequada cobertura do solo por restos culturais devido às condições climáticas, associadas ou não com restrições edáficas (Silva e Resck, 1997).

Com a mudança na forma de manejo do solo do SPC para o SPD verifica-se mudança na dinâmica da matéria orgânica e dos nutrientes. Tem-se observado o acúmulo da matéria orgânica e principalmente dos nutrientes de menor mobilidade no solo como é o caso do P nas camadas superiores do solo (Sidiras e Pavan, 1985 e Sá, 1993). No SPD a mudança na dinâmica da matéria orgânica e de nutrientes pode ser explicada pelo não revolvimento do solo com a utilização de equipamentos como o arado, cuja profundidade de trabalho é de aproximadamente 20 cm. A diferenciação que se verifica entre os sistemas se acentua com o tempo de adoção do SPD e em lavouras com mais de cinco anos de manejo no SPD, considerada como consolidadas no sistema (Anghinoni e Salet, 1998), o gradiente que se estabelece se evidencia (Sá, 1993).

## 2.3 MÉTODOS DE DIAGNOSE

Nos últimos anos, com a globalização da economia e a sua estabilização no Brasil, acentuou-se a concorrência na oferta de produtos agrícolas e com isso a necessidade de tornar a agricultura mais eficiente e mais competitiva. Com isso, tem-se verificado crescente demanda por informações científicas que propiciem aumento na eficiência dos corretivos e fertilizantes aplicados, o que atualmente requer, dada à conjuntura econômica, o conhecimento, a utilização e o aprimoramento de técnicas de levantamento e diagnose da

fertilidade do solo e do estado nutricional de plantas (Lopes e Carvalho, 1991).

O desempenho de uma planta depende, dentre os vários fatores de produção do ambiente, de adequada disponibilidade de nutrientes no solo em quantidade e tempo. Quando o solo não fornece quantidade suficiente de nutrientes para o desenvolvimento da planta e para a obtenção de rendimento econômico, faz-se necessária a aplicação daqueles nutrientes deficientes de forma a suplementar a quantidade fornecida pelo solo. O dimensionamento da quantidade de nutrientes a ser fornecida baseia-se no conhecimento das necessidades da cultura, para esta atingir determinado nível de rendimento e na capacidade de fornecimento desses pelo solo (Tisdale *et al.*, 1993). Para que esse dimensionamento ocorra há necessidade de se dispor de instrumentos para a diagnose da fertilidade e acompanhamento nutricional das culturas. Para tanto, a análise química de solo e a diagnose foliar podem ser boas ferramentas para o diagnóstico e recomendação de intervenção no processo de produção, tais como a aplicação de corretivos da acidez do solo e de fertilizantes. Utilizando-se essas técnicas, pode-se prevenir reduções no rendimento provocadas por deficiência ou por excesso de nutrientes (Raij, 1983 e Lopes e Carvalho, 1991).

### 2.3.1 Análise química do solo

No Brasil a análise química de solos é um dos métodos mais utilizados para a avaliação da sua fertilidade e para a recomendação de práticas para o seu manejo. Mediante a utilização dessa técnica pode-se estimar a disponibilidade de nutrientes em solos e sua capacidade em supri-los aos vegetais e, portanto, prever o estado nutricional das plantas que neles venham a ser cultivadas (Lopes e Carvalho, 1991).

Tisdale *et al.* (1993) citam quatro objetivos para as análises de solo no que se refere à fertilidade: a) permitir que se estabeleça índices de suprimento e disponibilidade de nutrientes; b) permitir estimativas de probabilidade de respostas rentáveis pela aplicação de calcário e fertilizante; c) permitir recomendações de doses de corretivos e fertilizantes a aplicar; e d) avaliar o nível de fertilidade de solos de uma região por meio da utilização de sumários de teste de solo. Expressando de outra forma, o objetivo das análises de solos efetuadas para fins de diagnose é o de se estimar a quantidade de nutrientes necessária para suplementar aquela provida pelo solo às culturas de forma a permitir que estas atinjam determinado nível de rendimento (Tisdale *et al.*, 1993).

O princípio da análise química do solo baseia-se na utilização de soluções

extratoras que simulam a ação das raízes das plantas em extrair e absorver nutrientes existentes no solo. Ou seja, o extrator deve ser capaz de extrair nutrientes na porção utilizada pelas plantas (da solução do solo, orgânico ou mineral) (Tisdale *et al.*, 1993). Uma das maiores dificuldades para se realizar um programa de análises de solo é a disponibilidade de soluções extratoras, pois essas devem ser capazes de discriminar entre diferentes teores de um determinado nutriente no solo responsáveis por garantir, dentro de certos limites, o suprimento de nutrientes para distintos níveis de rendimento (Malavolta, 1980).

A acidez ativa, representada pelo pH, em geral é medida em uma suspensão entre o solo e a água ou entre o solo e soluções salinas, como o  $\text{CaCl}_2$ , esta para evitar o efeito dos sais solúveis normalmente existentes no solo (Raij, 1991). Para a determinação da acidez potencial ( $\text{H}^+\text{Al}$ ) a solução de acetato de cálcio a pH 7,0 é forma considerada como padrão. A determinação da acidez potencial também pode ser feita de forma indireta, com base na estreita correlação no pH de equilíbrio da suspensão entre a solução SMP e o solo observada por Quaggio (1983).

O extrator Mehlich 1 é utilizado para a extração de fósforo, do potássio e de micronutrientes catiônicos como o cobre, ferro, manganês e zinco (Silva *et al.*, 1999). Para a extração do fósforo, além do extrator Mehlich 1, utiliza-se a resina trocadora de íons (Cantarella *et al.*, 1995). Esse método apresenta vantagens sobre o Mehlich 1, como a de não solubilizar fosfatos naturais em solos submetidos a essa fonte de fósforo.

Com relação a Ca, Mg e Al os extratores mais empregados no Brasil são o KCl ( $\text{mol.L}^{-1}$ ), utilizado em 75% dos laboratórios e a resina trocadora de íons (Cantarella *et al.*, 1995)

Os resultados analíticos, por si só, pouco informam sobre a disponibilidade de nutrientes. Para isso é essencial que valores analíticos do solo sejam calibrados com as respostas da cultura que se deseja monitorar, demonstrando a existência de relação entre o resultado analítico e a resposta da cultura (Tisdale *et al.*, 1993 e Raij, 1983). Com isso, por meio da análise química de solo, pode-se determinar o grau de suficiência ou deficiência de nutrientes no solo e algumas condições adversas como o grau de acidez ou salinidade que podem prejudicar o desenvolvimento das culturas (Raij, 1983).

Isoladamente a análise de solo é insuficiente para assegurar um diagnóstico seguro da capacidade de fornecimento de nutrientes pelo solo às plantas e um acompanhamento de seu estado nutricional. A disponibilização de nutrientes pelo solo, mesmo que em quantidades supostamente suficientes, não garante o suprimento das necessidades das plantas, uma vez que muitos outros fatores interferem na sua absorção. No entanto, a maior

vantagem da análise do solo é a de que esta permite que se estime a disponibilidade de nutrientes no solo antes da implantação da cultura (Tisdale *et al.*, 1993). Como para alguns nutrientes os critérios de análise de solo são incipientes, a análise foliar pode complementar as informações geradas por esse método (Raij, 1983).

A análise foliar, embora seja um instrumento de grande valor para o diagnóstico de desequilíbrios nutricionais, não substitui mas complementa a análise química de solo que por sua vez é essencial para a determinação da quantidade suplementar de nutrientes a ser fornecida a uma cultura de forma a atingir um rendimento previamente almejado, bem como para a identificação de fatores restritivos ao desenvolvimento das plantas (Lopes e Carvalho, 1991, Tisdale *et al.*, 1993 e Raij, 1983).

A coleta de amostras constitui-se numa das etapas críticas do processo de análise de solo, uma vez que falhas cometidas durante o processo de amostragem não podem ser corrigidas pela análise. A heterogeneidade natural do solo, bem como aquelas provocadas por práticas de manejo implementadas pelo homem, indicam que o processo de amostragem do solo não é prática simples de ser executada, caso se deseje rigor científico da análise realizada (Raij, 1983).

Em geral as recomendações de amostragem são feitas para coleta de vinte amostras simples para compor uma amostra composta que representa uma área que se considere homogênea, principalmente em termos de manejo, de topografia e outras características perceptíveis como cor, textura, condição de drenagem e etc (Cantarutti *et al.*, 1999, Tomé Júnior 1997 e Raij, 1983). No SPC a profundidade recomendada para amostragem é de 20 cm, considerada como a camada arável do solo, ou seja, aquela camada que pode ser facilmente manejada por meio dos implementos agrícolas disponíveis (EMBRAPA Agropecuária Oeste, 2000b, Cantarutti *et al.*, 1999 e Raij, 1983).

Com a mudança do SPC para o SPD alterações na dinâmica dos atributos do solo, provocadas pelo SPD, têm levado a questionamentos quanto à melhor forma de se coletar amostras de solo para fins de se avaliar a sua fertilidade. Anghinoni e Salet (1998), observaram que a mistura do solo da camada de 0 a 5 cm, com alto teor de P extraível, com solo da camada de 5 a 20 cm, de baixo teor de P, resultou em redução acentuada dos teores de P, quando comparado aos resultados obtidos na análise das camadas de forma isolada. Com base nessas informações, embora necessitando de maiores estudos, as recomendações de amostragem no SPD tem sido feitas no sentido de se estratificar a coleta de amostras nas camadas 0-5, 5-10, 10-20 cm, 0-5 e 5-20 cm, 0-10, 10-20 e 20-40 cm, (Cantarutti *et al.*, 1999, Tomé Junior, 1997, EMBRAPA CPAO, 1996 e EMBRAPA Soja, 1999).

### 2.3.2 Diagnose foliar

A diagnose foliar pode ser feita por meio da observação visual dos sintomas de distúrbios nutricionais, procedimento denominado de diagnose visual, ou por intermédio de outros procedimentos, como por exemplo a análise química de folhas.

#### 2.3.2.1 Diagnose visual

De acordo com Malavolta (1980) a diagnose visual baseia-se no princípio de que a falta ou o excesso de um determinado nutriente provoca sempre a mesma manifestação visível de anormalidade, qualquer que seja a espécie estudada, tendo em vista que o nutriente exerce sempre as mesmas funções. Embora para a maioria das espécies esta afirmação seja verdadeira, existem exceções como no caso do algodoeiro, em que a deficiência de Mg provoca um sintoma diferenciado em relação à outras espécies.

Em geral desequilíbrios nutricionais que inibem pouco o desenvolvimento ou o rendimento não são identificados por meio da diagnose visual, uma vez que nessa situação a manifestação de sintomas específicos e facilmente visíveis não ocorre. A manifestação de sintomas claramente visíveis ocorre quando a deficiência é aguda e nessa situação o grau de desenvolvimento da planta e o seu rendimento são prejudicados (Bataglia *et al.*, 1996).

Para se fazer a diagnose visual, ferramentas auxiliares como as análises de solo e de folhas e bem como informações adicionais como condições meteorológicas, aplicações de fertilizantes, de herbicidas, de fungicidas e de inseticidas são úteis para a confirmação dos sintomas observados.

#### 2.3.2.2 Análise foliar

A análise foliar é uma técnica de diagnose do estado nutricional de plantas que começou a ser utilizada somente no século XX, mais especificamente nos anos 30, conforme Lagatu e Maume<sup>1</sup> citados por Malavolta e Malavolta (1989). Por ser um dos locais de maior atividade na planta, a folha é o órgão onde as alterações fisiológicas provocados por distúrbios nutricionais são mais evidentes, além de melhor refletir as

---

<sup>1</sup> LAGATU, H.; MAUME, L. Recherches sur le diagnostic foliaire. *Annales*. Montpellier: École Nationale Agronomique, 1934, v.22, p. 257-306.



variações no suprimento de um nutriente a partir do solo ou de adubações (Malavolta *et al.*, 1989). Por essa razão quase sempre nos diagnósticos nutricionais das plantas por meio da análise de tecidos, as folhas são escolhidas para análise, daí a razão dessa técnica ser conhecida como diagnose foliar (Bataglia *et al.*, 1996).

A concentração de nutrientes nas folhas depende da disponibilidade dos mesmos no solo e da sua absorção e utilização pelas plantas. Portanto, a grande e fundamental vantagem da análise foliar é a de que ela integra os efeitos do solo, da planta, do clima e do manejo a que a cultura foi submetida, constituindo-se assim na última medida da disponibilidade de nutrientes no solo (Lopes e Carvalho, 1987). Segundo Melsted *et al.* (1969) a análise foliar indica o resultado final de vários fatores influenciando o crescimento da planta e quando, adequadamente interpretado, pode contribuir para a identificação de fatores adversos ao seu desenvolvimento.

A premissa básica da análise foliar, como ferramenta para a diagnose nutricional, é a de que a concentração de um certo nutriente na folha é uma indicação da sua disponibilidade no solo e que alterações nas suas concentrações foliares estão relacionadas com alterações no desenvolvimento e na produção, (Bataglia *et al.*, 1996, Tisdale *et al.*, 1993 e Lopes e Carvalho, 1987). Vários fatores podem influenciar a concentração de nutrientes na planta, a saber: idade da planta; idade e parte da planta amostrada; espécie e cultivar; clima (temperatura, quantidade e distribuição das chuvas, duração do dia e da noite e horário de coleta da amostra); fatores edáficos; incidência de moléstias e pragas; e práticas culturais (Bataglia *et al.*, 1996, Lopes e Carvalho, 1991, Fageria, 1989, Malavolta e Malavolta, 1989, Mascarenhas *et al.*, 1980, Keogh *et al.*, 1972, Hanway e Weber, 1971, Henderson e Kamprath, 1970 e Ohlrogge e Kamprath, 1968).

Mudanças nos teores de nutrientes nas folhas com a idade são citados para os nutrientes móveis na planta, como N, P, K e Mg (Malavolta e Malavolta, 1989 e Mengel e Kirkby, 1987), imóveis como Ca e B (Malavolta e Malavolta, 1989 e Mengel e Kirkby, 1987) e pouco móveis ou intermediários tais como Cu, Mn, S (Malavolta e Malavolta, 1989 e Mengel e Kirkby, 1987) e Fe, Co e Ni (Malavolta e Malavolta, 1989). Com base na dinâmica dos nutrientes na planta pode-se esperar que mudanças nos teores dos mesmos ocorram durante o desenvolvimento vegetativo das folhas. Smith<sup>2</sup> citado por Mengel e Kirkby (1987), menciona que, em algumas culturas, as concentrações de N, P, K, Cu e Zn diminuem com a idade do tecido, enquanto as de Ca, Mg, B, Mn e Fe aumentam. Tisdale *et al.* (1993) mencionam que, em condições de limitado suprimento de N no solo, o nível de nitrato na planta sofre alteração durante o dia, pois o mesmo é acumulado à noite e utilizado durante o dia para a síntese de carboidratos, observando-se portanto, uma concentração mais

<sup>2</sup> SMITH, P. F. Mineral analysis of plant tissues. *Annual Review of Plant Physiology*, v.13, p. 81-108, 1962.

elevada durante a manhã e mais baixa ao final do dia. Steyn<sup>3</sup> citado por Munson e Nelson (1990) observou em citros e abacaxi que as concentrações de alguns nutrientes variaram com a hora da coleta da amostra, bem como do nível de insolação, sendo que em citros as mais altas concentrações de N, P, K e Ca, em dia ensolarado, ocorram entre 10 e 14 horas e observaram que na redução da radiação solar diminuíram as concentrações de alguns nutrientes, sendo N e K os mais influenciados, enquanto que os teores de Zn e Cu foram pouco alterados pelo horário da coleta, em ambas as espécies estudadas. Fica claro que a eficiência da diagnose é prejudicada se as variações mencionadas não forem consideradas. Assim, deve-se padronizar o tipo de folha, a sua posição na planta e o estágio fenológico da planta para que a amostra coletada seja representativa e comparável a outras, bem como a padrões estabelecidos.

Para a amostragem de folhas de soja, por exemplo, recomenda-se que estas sejam feitas em determinados estádios fenológicos das plantas: a) estágio de plântula coletando-se toda a parte aérea (Tisdale *et al.*, 1993); b) antes ou no início do florescimento, coletando-se a folha trifoliolada recém-madura (Tisdale *et al.*, 1993); c) entre o início do florescimento e o florescimento pleno (Borkert *et al.*, 1994); d) no florescimento pleno (Bataglia e Dechen, 1986, Raij, 1991, Ambrosano *et al.*, 1997 e Novais, 1999); e) fim do florescimento (Malavolta *et al.*, 1989). As recomendações são feitas para coleta de trinta a quarenta folhas recém-maduras da haste principal, as quais correspondem a terceira ou quarta folha, do ápice para a base, para compor uma amostra (Boaretto *et al.*, 1999, Martinez *et al.*, 1999, Ambrosano *et al.*, 1997, Borkert *et al.*, 1994, Tanaka *et al.*, 1993, Malavolta e Malavolta, 1989, Malavolta *et al.*, 1989 e Bataglia e Dechen, 1986).

## 2.4 REQUERIMENTOS NUTRICIONAIS DA SOJA

A soja é uma cultura anual, exigente em macro e micronutrientes essenciais. A eficiente absorção e o aproveitamento dos mesmos depende de sua disponibilidade no solo em quantidades suficientes, em relações equilibradas e nos momentos que se fizerem necessários. A insuficiência e/ou o desequilíbrio entre os mesmos, no solo, pode limitar a absorção de alguns e estimular a absorção de outros.

Trabalhos como os de Cordeiro *et al.* (1979), Bataglia e Mascarenhas (1977) e Hanway e Weber (1971) foram conduzidos com o objetivo de determinar as exigências nutricionais da cultura da soja. Os resultados obtidos por esses autores mostram que a extração de macronutrientes, pela parte aérea da planta (palha e grãos), segue a seguinte

<sup>3</sup> STEYN, W. J. A. The errors involved in the sampling of citrus and pineapple plants for leaf analysis purposes. In: REUTHER, W. (Ed.). **Plant analysis and fertilizer problems**. Washington, D.C.: American Institute of Biological Sciences, 1961. p. 409-430.

ordem:  $N > K > Ca > Mg > P > S$ . No entanto, quando se considera a quantidade exportada pelos grãos, a ordem se altera sendo:  $N > K > P > Ca > Mg = S$ . Com relação aos micronutrientes (Bataglia e Mascarenhas, 1977) a seguinte ordem de importância se verifica:  $Cl > Fe > Mn > B > Zn > Cu > Mo$ . Por outro lado, quando se considera a quantidade exportada pelos grãos a importância se altera observando-se a seguinte ordem:  $Cl > Fe > Mn = Zn > B > Cu > Mo$ .

No mesmo trabalho realizado por Bataglia e Mascarenhas (1977), em que foi avaliada a absorção de nutrientes durante o ciclo da planta de soja, variedade Santa Rosa, de hábito de crescimento determinado, observou-se que o período de maior absorção de nutrientes ocorreu entre o florescimento e o início de formação de vagens. O K e o Cl mostraram comportamento distinto, ocorrendo maior absorção no período que antecedeu o florescimento, indicando a necessidade de fornecimento desses nutrientes à cultura na fase inicial do seu desenvolvimento.

A curva de acumulação de matéria seca obtida por Bataglia e Mascarenhas (1977) mostra que mais da metade da mesma é produzida e acumulada após o florescimento. Portanto, condições desfavoráveis ao desenvolvimento da cultura, em estádios de desenvolvimento após o florescimento, podem prejudicar o processo, resultando em redução no potencial de rendimento da cultura.

A absorção de N segue padrões semelhantes ao do acúmulo de matéria seca, com queda acentuada no conteúdo de N na parte vegetativa, ao final do ciclo, como resultado da translocação do nutriente para os grãos e da deiscência de folhas (Rosolem, 1980). A maior velocidade de absorção do N ocorre no período compreendido entre a floração e o enchimento de grãos e, neste período, mais da metade do nutriente é absorvido (Hanway e Weber, 1971).

A absorção de P, nos estádios iniciais de desenvolvimento da planta é lento. Após esse período a absorção aumenta e se mantém elevada, praticamente até o final do ciclo da cultura, indicando a necessidade de manter suprimento adequado e constante do nutriente, praticamente, durante todo o ciclo. Cerca de 60% do P é absorvido após o florescimento e praticamente todo o nutriente absorvido nesse período é translocado para a semente (Rosolem, 1980).

A curva de absorção de K é semelhante à curva de acúmulo de matéria seca (Bataglia e Mascarenhas, 1977). No período anterior ao florescimento ocorre a maior absorção de K, indicando a necessidade de maior suprimento do nutriente nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura.

A maior absorção de Ca ocorre no período compreendido entre os estádios de

florescimento e enchimento de grãos, sendo que neste período ocorre a absorção de cerca de 50% das necessidades da cultura.

De forma semelhante ao que ocorre com o K, a curva de absorção de Mg é semelhante à curva de acúmulo de matéria seca (Bataglia e Mascarenhas, 1977), observando-se maior absorção no período compreendido entre os estádios de florescimento e enchimento de grãos. Nesse período ocorre a absorção de aproximadamente 60% das necessidades da cultura, ocorrendo baixa taxa de translocação do nutriente para os grãos.

Com relação ao S a absorção é lenta até o florescimento. A partir desse estágio fenológico ocorre aceleração nas taxas de absorção, que persiste até o estágio de enchimento de grãos (Bataglia e Mascarenhas, 1977). Nesse período, cerca de 75% das necessidades da cultura são atendidas.

## 2.5 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DE ANÁLISES DE SOLO E DE FOLHAS

A interpretação dos resultados de análise química de solo ou de tecido vegetal depende da existência de valores ou padrões de referência, obtidos a partir da calibração e que reflitam o estado nutricional das plantas. Tais valores são obtidos considerando-se a expressão ótima de características das plantas, sejam elas qualitativas e/ou quantitativas. Como, em geral, o que se deseja é maximizar o rendimento, uma alternativa para a obtenção de valores de referência para resultados analíticos de amostras de solo e de folhas pode ser obtida a partir de amostras coletadas de lavouras altamente produtivas (Bataglia *et al.*, 1996, Malavolta *et al.*, 1989 e Beaufils, 1973).

Dentre os critérios mais utilizados para o diagnóstico nutricional destacam-se o do nível crítico, o das faixas de concentração e o Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS), acrônimo originado do inglês "Diagnosis and Recommendation Integrated System" (Bataglia *et al.*, 1996, Malavolta *et al.*, 1989 e Beaufils, 1973).

### 2.5.1 Critérios do nível crítico e das faixas de concentração

Esses dois critérios são os tradicionalmente utilizados para o diagnóstico nutricional de plantas no Brasil. Para ambos os métodos o princípio em que se baseia a interpretação de resultados, para fins de diagnóstico do estado nutricional, é o da comparação dos teores de nutrientes determinados em amostras de solo ou de folha com valores padrão, correspondentes aos de variedades de alto rendimento e de bom desenvolvimento

vegetativo. Os valores padrão são considerados como “valores críticos” para uma dada cultura, métodos de amostragem e de extração adotado sobre o material coletado (Beverly *et al.*, 1984).

O nível crítico ou de suficiência ou a faixa crítica ou de suficiência consistem em concentrações, na folha ou no solo, abaixo das quais a taxa de crescimento, o rendimento e/ou a qualidade do produto são significativamente diminuídas (Marschner, 1993 e Bataglia *et al.*, 1996). Esse conceito evidencia um caráter subjetivo para o estabelecimento do ponto considerado crítico e o seu valor depende de fatores como a sofisticação do sistema de produção, do valor econômico do produto, de problemas ambientais e de riscos e incertezas associados ao sistema (Munson e Nelson, 1990). Complementarmente a isso, para Goedert *et al.* (1985) o nível crítico é definido, a partir do teor de nutrientes do solo e das folhas, considerando-se também os aspectos econômicos. Para Malavolta *et al.* (1989) o objetivo final da adubação não é o da simples obtenção de maior produção física e sim o maior lucro, surgindo daí a definição de nível crítico fisiológico-econômico.

Goedert *et al.* (1987) mencionam que um critério muito utilizado no Brasil é a seleção de um percentual de produção máxima, com valores entre 75 e 95%. Roberts e Dow (1982) no entanto sugeriram como faixa crítica aquela correspondente à rendimentos entre 95 a 100% do máximo rendimento para a batata cultivada sob irrigação nos EUA, o que se deu em razão do alto valor econômico do produto. Gallo *et al.* (1965) por outro lado, sugerem o valor de 80% do rendimento máximo para o milho.

Essas considerações são importantes por influenciar na interpretação dos resultados da análise, uma vez que o valor estabelecido como nível crítico ou faixa crítica de um nutriente, em tecidos vegetais, depende da produção relativa tomada como referência para o seu estabelecimento. Isso pode ser observado tomando-se como exemplo os resultados obtidos por Ritchey (1982) e por Vilela *et al.* (1985), para K no solo da região dos Cerrados, no qual o nível crítico do nutriente correspondeu a  $50 \text{ mg.dm}^{-3}$ , quando se estimou esse valor a partir de sua relação à 90% do rendimento máximo da cultura e de  $32 \text{ mg.dm}^{-3}$ , quando se utilizou o valor de 80%.

As faixas de concentração de nutrientes, em tecidos vegetais, são intervalos de valores correspondentes às zonas de deficiência aguda, deficiência latente, ótima, consumo de luxo e excesso de sua concentração (Bataglia *et al.*, 1996, Malavolta *et al.*, 1989 e Cottenie, 1980) e que são equivalentes aos intervalos de valores categorizados como deficientes ou muito baixos, baixos, suficientes ou médio, altos e excessivos ou muito altos (Peck, 1979). Para teores no solo, Costa (1996), menciona intervalos de teores correspondentes as zonas limitante, muito baixo, baixo, médio, suficiente e alto, para P e K,

enquanto EMBRAPA Agropecuária Oeste (2000b), menciona intervalos para P correspondentes às zonas de teores muito baixo, baixo, médio e bom.

Dow e Roberts (1982) afirmam que as faixas de concentração comparadas ao critério do nível crítico, constituem-se em método mais adequado para a interpretação de resultados de análise de solo e de folha, em razão da dificuldade em se estabelecer um único ponto ou um único valor como referência, que possa ser válido sob diferentes condições. Segundo Tisdale *et al.* (1993) e Bataglia *et al.* (1996) sob as condições experimentais em que são determinadas as faixas críticas estão associados erros, especialmente em culturas onde é grande a diversidade genética. Portanto, a essência do critério das faixas de concentração não é a delimitação de um ponto de rendimento ótimo e sim de faixas de teores de nutrientes em que os rendimentos variam de acordo com esses teores, havendo uma faixa de concentração onde o rendimento é ótimo, o que minimiza as desvantagens no método do nível crítico, sendo essa uma das sugestões apresentadas por Sumner (1979). Embora as faixas de concentração tenham sido propostas para melhorar a flexibilidade do diagnóstico, elas diminuem a precisão diagnóstica uma vez que os limites estabelecidos, freqüentemente, são muito amplos (Lopes e Carvalho, 1987 e Sumner, 1979 e 1977c). Apesar dessas considerações, as faixas de concentração podem ser mais adequadas que o método do nível crítico, especialmente para culturas em que seja grande a diversidade genética (Bataglia *et al.*, 1996) e, também, pelo método ser menos influenciado por pequenas variações locais (Bataglia e Dechen, 1986).

Tradicionalmente, tanto os níveis críticos quanto as faixas críticas para um nutriente são estabelecidos por intermédio de procedimentos experimentais em que os demais fatores de produção, principalmente os nutrientes, são mantidos em níveis assumidos como supostamente “ótimos”. Por meio de equações de regressão comparam-se as produções obtidas nos experimentos e os níveis de nutrientes extraídos, obtendo-se disso curvas de calibração para teores no solo e ou na folha, que servem de base para a interpretação (Cantarella *et al.*, 1995, Goedert *et al.*, 1987 e Raji, 1983) sendo definidas as classes de teores.

Segundo Angeles *et al.* (1993) a aplicação dos níveis críticos é limitada às condições do local em que o trabalho foi realizado, o que sugere a necessidade de se estabelecer padrões de referência específicos para cada situação. Para Bhargawa e Chadda<sup>4</sup> citados por Wadt (1996), os níveis críticos e as faixas de concentração são válidos quando as amostras de plantas em diagnose são obtidas nas mesmas condições utilizadas para a

---

<sup>4</sup> BHARGAVA, B. S.; CHADDA, K. L. Leaf nutrient guide for fruit and plantations crops. Fertility News, v. 33, n. 7, p. 21-29, 1988.

obtenção da curva de calibração, em relação ao local de condução dos ensaios, à idade fenológica das plantas e ao tipo de material genético.

Os solos da região dos cerrados do Brasil, nas condições originais, apresentam teores de nutrientes e outras condições edáficas inadequadas para garantir rendimentos econômicos para a maioria das espécies de plantas de interesse humano (Lopes, 1984). Nessa região poucos resultados de estudos de calibração para teores de nutrientes no solo têm sido publicados. Para a Região Sul do Mato Grosso do Sul as faixas de concentração de P, no solo, extraídas por Mehlich I, foram propostas por Sousa *et al.* (1987) a partir de calibração a qual foi desenvolvida considerando-se a textura do solo como variável auxiliar para a interpretação. Para o K o valor de  $0,13 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  é considerado como o limite superior da faixa crítica (EMBRAPA Agropecuária Oeste, 2000b). Para S [extraído do solo com  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ], B (extraído com água quente) e Cu, Zn e Mn (extraídos por Mehlich I) e Cu, Fe, Mn e Zn (extraídos com DTPA) têm sido utilizadas, no Mato Grosso do Sul, as faixas recomendadas por RAIJ *et al.* (1997), por EMBRAPA Agropecuária Oeste (2000b) e por EMBRAPA Soja (1999).

Existem recomendações para as correções do excesso de Al e da deficiência de Ca nas camadas mais profundas do solo, uma vez que em situações em que essas limitações ocorrem, o aprofundamento do sistema radicular é reduzido nas plantas mais sensíveis, tornando-as mais susceptíveis a deficiências hídricas provocadas por veranicos durante o seu desenvolvimento (Sousa e Lobato, 1996, Sousa *et al.*, 1995 e EMBRAPA Agropecuária Oeste, 2000b). Essa correção pode ser realizada com o uso do gesso, tendo em vista que o íon sulfato, nele contido, promove o carreamento do Ca para as camadas mais profundas do solo, aumentando sua saturação além do íon sulfato complexar o Al, diminuindo sua atividade na solução do solo, criando condições para o aprofundamento do sistema radicular das plantas, aumentando sua capacidade de absorção de água e nutrientes, tornando as plantas mais tolerantes à deficiência hídrica (Sousa *et al.*, 1995).

Para a interpretação dos resultados de análise foliar no Mato Grosso do Sul e Mato Grosso as faixas de concentração de teores foliares de soja, citada por Peck (1979), têm sido utilizadas (EMBRAPA Agropecuária Oeste, 2000b). Apesar de se reconhecer a influência de fatores climáticos, edáficos, genéticos e de manejo sobre os resultados da análise foliar (Bataglia *et al.*, 1996, Marschner, 1993 e Malavolta e Malavolta, 1989), os dados citados por Peck (1979), obtidos para as condições edafoclimáticas de regiões produtoras de soja dos EUA são empregadas no Brasil.

O diagnóstico nutricional realizado com base apenas no critério das faixas de concentração de nutrientes apresenta, adicionalmente, outras limitações como: não

diagnostica qual nutriente é mais limitante, quando dois ou mais são simultaneamente limitantes (Hallmark *et al.*, 1987); as amostras necessitam ser coletadas em estágio fenológico padronizado (Hanson, 1981) e; os nutrientes são analisados individualmente, não se considerando as possíveis interações entre eles (Sumner, 1977b). Outra limitação é a de que os efeitos ambientais e temporais podem não estar incorporados nos padrões estabelecidos e utilizados para a interpretação (Bates, 1971).

## 2.5.2 Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação

O DRIS foi desenvolvido a partir de 1953, quando foi estabelecido o método da Diagnose Fisiológica, que tinha por finalidade identificar e estudar a influência de fatores ambientais (edáficos e climáticos) e de manejo sobre a cultura da seringueira, no Vietnã e no Camboja (Beaufils, 1971). Posteriormente, o autor adaptou o método da Diagnose Fisiológica para a cultura do milho, na África do Sul (Beaufils, 1971). Com a continuidade dos estudos o método da Diagnose Fisiológica evoluiu para o método DRIS (Beaufils, 1973). A partir dos trabalhos de Sumner (1977 a,b,c,d) o método teve divulgação mais ampla na literatura mundial.

### 2.5.2.1 Fundamentos teóricos do DRIS

O DRIS é uma técnica na qual os fatores determinantes do rendimento, em geral, fatores da planta, do ambiente e de manejo, que podem ser expressos de forma qualitativa ou quantitativa são analisados de forma holística e calibrados como uma função do rendimento (Beaufils, 1973). O foco principal do sistema é reproduzir, em modelos de simulação, todos os fatores internos e externos às plantas que interferem no seu desempenho, sejam eles controláveis ou não, sendo cada um deles calibrados e avaliados, num processo contínuo.

De acordo com Beaufils (1973) o enfoque do DRIS baseia-se na premissa de que mudanças nas condições no ambiente, onde uma planta se desenvolve, provocadas ou não pelo ser humano, constitui-se num tratamento que pode influenciar a dinâmica do sistema planta/ambiente e a expressão final das inter-relações dos fatores que interferem no desenvolvimento da planta que resultar a produção.

Tisdale *et al.* (1993), mencionam que mais de cinquenta fatores influenciam o



desenvolvimento das plantas e, como efeito resultante, a produção das culturas e que o ser humano é capaz de controlar a maioria deles. Para se obter produtos que satisfaçam as necessidades do ser humano, em quantidade e/ou qualidade, todos os fatores devem estar em níveis adequados e atuar em conjunto, uma vez que a maioria está inter-relacionada.

Na concepção original do DRIS a idéia do autor era a de analisar todos os fatores que interferem no desenvolvimento da planta (Beaufils, 1973), no entanto, o método tem sido implementado calcando-se, principalmente, sobre os aspectos nutricionais, cujos parâmetros são obtidos a partir da análise foliar e, em menor frequência, na análise de solo.

De acordo com Mengel e Kirkby (1987) a máxima expressão do efeito de um nutriente só pode ser alcançada se o suprimento de outros nutrientes for adequado, sendo essa concepção a base do critério de interpretação de resultados de análise de solo e foliar pelo método DRIS.

A utilização do DRIS baseia-se na pressuposição de que as relações entre dois nutrientes são melhores indicadores do estado nutricional dos vegetais que, simplesmente, a concentração do nutriente avaliada de forma independente (Beaufils, 1973 e Jones, 1981). Assim, a diagnose feita com base em relações entre nutrientes, na forma de quociente, minimiza o efeito da concentração ou da diluição dos nutrientes na massa seca. Pode-se observar que o valor da razão entre dois nutrientes, na forma de quociente, não varia em função da variação da produção de matéria seca, para as relações entre N, P e K, nas expressões a seguir, em que MS representa a matéria seca (Wadt, 1996 e Sumner, 1977c):

$$a) N/P = (g N/kg MS) / (g P/kg MS) = N/P;$$

$$b) N/K = (g N/kg MS) / (g K/kg MS) = N/K; e$$

$$c) P/K = (g P/kg MS) / (g K/kg MS) = P/K.$$

As relações modificam-se somente em função das concentrações dos nutrientes e cada relação varia em função de duas variáveis sendo, portanto, bi-variáveis.

A aplicação do DRIS baseia-se em índices que permitem avaliar o equilíbrio nutricional numa planta, por meio da comparação dos quocientes da relação entre dois nutrientes, na amostra que se quer avaliar, com valores de referência obtidos para a população de referência. O método não indica se determinado nutriente encontra-se no nível de toxidez ou de deficiência, mas qual nutriente é o mais limitante e a ordem dessa limitação (Malavolta *et al.*, 1989). Os valores de referência para o DRIS correspondem aos valores médios das relações entre esses nutrientes, bem como os seus respectivos desvios padrão e coeficientes de variação obtidos a partir das observações da população de referência. Uma população de referência, por sua vez, seria aquela que, por apresentar boas condições nutricionais, tende a também apresentar características econômicas desejáveis,

correspondentes a um determinado nível de rendimento e/ou a um certo padrão de qualidade (Beaufils, 1973).

Schutz e Villiers (1987), em um resumo sobre a metodologia do DRIS, consideraram quatro procedimentos básicos para sua implementação: a) formação de um banco de dados; b) seleção da população de referência e obtenção de valores de referência; c) cálculo dos índices de diagnose; e d) avaliação dos valores de referência.

#### 2.5.2.2 Formação do banco de dados

Para o DRIS, assim como para qualquer outro método de interpretação de resultados de análise, pressupõe-se a existência de valores de referência para comparação. Nesse caso há necessidade de se eleger atributos desejáveis e, então, escolher um banco de dados de onde serão obtidos os valores de referência.

O banco de dados deve conter informações como teores, obtidos a partir de análises foliares, bem como os correspondentes valores de rendimento. Tais valores podem ser oriundos de experimentos ou de levantamentos a campo (Leandro, 1998 e Schutz e Villiers, 1987) e devem ser coletados sob as mais variadas condições ambientais possíveis, de maneira que toda a variabilidade de fatores que agem sobre a população de referência esteja nela representada, permitindo ser universalmente aplicável para a cultura (Sumner, 1979 e Beaufils, 1973). Todavia, Beverly *et al.* (1986), trabalhando com soja nos EUA, encontraram diferenças regionais para os valores de referência dessa cultura, para os quais sugeriram um refinamento para o nível local, o que poderia melhorar a precisão do método. Tal procedimento foi também proposto por Wortmann *et al.* (1992), para a cultura do feijoeiro, por Goh e Malakowti (1992), para a cultura da macieira e por Escano *et al.* (1981) e Dara *et al.* (1992) para a cultura do milho. Além da limitação dos dados a certas características ambientais e de manejo encontradas em uma região, sua particularização com relação ao material genético, à época de amostragem, à parte da planta amostrada e outras variáveis, pode constituir-se num refinamento importante para melhorar a precisão do diagnóstico pelo DRIS (Amundson e Koehler, 1987; Escano *et al.*, 1981 e Beaufils, 1973).

Maior precisão para o DRIS pode ser alcançada pelo aumento considerável no número de amostras, conforme afirmam Hallmark *et al.* (1990), Walworth e Sumner (1987), Schutz e Villiers (1987), Letsch e Sumner (1984), Sumner (1979) e Beaufils (1973). Entretanto, segundo Schutz e Villiers (1987), o número relativamente pequeno de amostras pode ser utilizado provisoriamente, no caso de um banco de dados suficientemente grande

não estar disponível sendo que, nesse caso, os valores de referência do DRIS seriam menos precisos. Leech e Kim (1981) utilizaram sete amostras para a obtenção de valores de referência para o álamo (*Populus deltoides*) e Walworth *et al.* (1988) trabalhando com milho, utilizaram dez amostras de alto rendimento, sendo que ambos apresentaram resultados satisfatórios. Segundo Walworth *et al.* (1988) a utilização de um pequeno banco de dados com produções elevadas pode ser forma eficiente e relativamente barata de gerar valores de referência para o DRIS.

Por outro lado, conforme Letsch e Sumner (1984), um banco adequado para o DRIS deve ser numeroso, com milhares de amostras, distribuídas nas mais variadas condições de cultivo e com, pelo menos, 10% das amostras dentro da sub-população de alto rendimento, a qual seria utilizada como população de referência. Ainda segundo esses autores, o aumento do número de amostras na sub-população de alto rendimento é importante pois os valores de referência do DRIS têm a tendência de assumir valores constantes para essa sub-população, o que evidenciaria a possibilidade de culturas de alto rendimento apresentarem composição mineral dentro de limites definidos, situando-se mais próximos do nível ótimo fisiológico. Assim sendo, rendimentos menores seriam obtidos quando esses valores estiverem fora desses limites.

#### 2.5.2.3 Seleção da população de referência e obtenção dos valores de referência

Para se compor uma população de referência, Rathfon e Burger (1991), Walworth e Sumner (1987), Jones (1981) e Sumner (1977b) sugeriram que se faça uma seleção de amostras, a partir de todo o banco de dados, com base em atributos comerciais desejáveis, como, por exemplo, o rendimento. Para a divisão da população de amostras alguns autores dividem a base de dados em dois grupos: o de alto (sub-população A) e o de baixo rendimento (sub-população B), Leandro (1998) e Letsch e Sumner (1984). Malavolta e Malavolta (1989) sugeriram o rendimento de 80% do máximo para a separação entre os dois grupos. Segundo Beaufils (1973) não existe metodologia definida para o estabelecimento do limite entre os níveis das duas sub-populações, sendo que o mais importante é a validade do resultado final obtido. Na prática, geralmente, os valores escolhidos para a divisão da base de dados representam os melhores rendimentos obtidos comercialmente.

Como geralmente o banco de dados é formado por observações obtidas de experimentos ou de levantamentos em áreas comerciais, a distribuição de seus valores pode não se apresentar como normal. Em função disso e sendo essa característica essencial para o desenvolvimento do método, Walworth e Sumner (1987) sugeriram que a

base de dados fosse dividida em dois grupos: um de alto (sub-população A) e outro de baixo rendimento (sub-população B). Assim procedendo objetiva-se normalizar a distribuição dos valores. Os valores das concentrações e das relações entre os nutrientes das sub-populações normalmente distribuídas podem, então, ser utilizadas para o estabelecimento dos valores de referência do DRIS.

Beaufils (1973) sugere que diferentes relações entre nutrientes devam ser avaliadas como, por exemplo, quocientes ou produtos. Porém a utilização de quocientes tem predominado pela vantagem que apresenta sobre a forma de produto, em razão da relação na forma de quociente minimizar os efeitos da diluição e da concentração dos nutrientes na matéria seca (Jones, 1981 e Sumner, 1977 a, b, c, d).

A seleção de relações nutricionais com maior potencial discriminatório pode ser feita por meio do teste de F (Jones, 1981 e Beaufils, 1973). Para tanto, as razões entre as variâncias de cada uma das relações nutricionais e a sua recíproca, nas duas sub-populações (A e B) são comparadas estatisticamente e aquelas de maior valor e, provavelmente, com maior potencial discriminatório são selecionadas (Malavolta *et al.*, 1989). Por outro lado, Amundson e Koehler (1987), avaliando a condição nutricional de trigo, utilizaram o coeficiente de variação entre as formas de expressão da relação como critério para seleção da relação nutricional com maior potencial discriminatório e consideraram que aquelas com menor coeficiente de variação seriam as que possuem maior potencial discriminatório. Alvarez.V. e Leite (1992) sugeriram utilizar todas as relações nutricionais obtidas. No entanto, Beverly *et al.* (1986) utilizaram apenas aquelas relações nutricionais numericamente superiores, o que também é sugerido por Walworth e Sumner (1987).

#### 2.5.2.4 Cálculo e interpretação dos índices de diagnose.

Segundo Beaufils (1973) o "índice de diagnose" do DRIS é a expressão dos efeitos das causas primárias da produção, bem como do diagnóstico dos efeitos resultantes de suas ações ou causas secundárias. De acordo com Walworth e Sumner (1987), os índices de diagnose do DRIS medem a magnitude do desvio do valor de qualquer parâmetro que uma amostra, sob análise, possa apresentar em relação aos de uma população de referência, no que concerne à sua nutrição, podendo ser categorizada ou não como adequada. Para Beverly *et al.* (1986) e Elwali e Gascho (1984) esses índices podem ter valores que variam do positivo ao negativo, porém, a soma deles sempre deverá ser zero. O valor dos índices de diagnose do DRIS, para cada nutriente, é estimado por meio de

equações nas quais os valores das amostras sob diagnose são comparados aos valores de referência (Beaufils, 1973). A equação geral (Equação 1) desenvolvida por Beaufils (1973), para o cálculo do índice de diagnose de um certo nutriente X é:

$$\text{Índice}X = \left[ \frac{f(X/Y1) + \dots + f(X/Ym) - f(Z1/X) - \dots - f(Zn/X)}{m + n} \right] \quad \text{Equação (1)}$$

sendo:

X = nutriente genérico sob avaliação;

Y1, Y2 e Yn = nutrientes genéricos que aparecem no denominador das relações com o nutriente genérico X;

Z1, Z2 e Zn = nutrientes genéricos que aparecem no numerador das relações com o nutriente genérico X;

m = número de funções em que o nutriente em processamento se encontra no numerador da relação;

n = número de funções em que o nutriente em processamento se encontra no denominador da relação;

f (X/Y1) = função da relação entre os nutrientes genéricos X e Y1 e;

f (Z1/X) = função da relação entre os nutrientes genéricos Z1 e X

Na fórmula geral (Equação 1), para o cálculo dos índices de diagnose do DRIS, as funções das relações assumem valores positivos quando o nutriente sob avaliação encontrar-se no numerador, negativos quando encontrar-se no denominador e zero na ausência (Beaufils, 1973).

O cálculo de tais funções, considerando uma relação entre os nutrientes genéricos X e Y é feito pelas seguintes fórmulas propostas por Beaufils (1973):

$$f(X/Y) = \left[ \left( \frac{X/Y}{x/y} \right) - 1 \right] \left( \frac{100k}{CV} \right), \text{ se } X/Y > x/y \quad \text{Equação (2)}$$

$$f(X/Y) = \left[ 1 - \left( \frac{x/y}{X/Y} \right) \right] \left( \frac{100k}{CV} \right), \text{ se } x/y < X/Y \quad \text{Equação (3)}$$

$$f(X/Y) = 0; \quad \text{se } X/Y = x/y \quad \text{Equação (4)}$$

sendo:

X/Y = valor do quociente da relação entre as concentrações dos dois nutrientes genéricos na amostra em análise;

x/y = valor de referência para a relação entre os nutrientes genéricos em análise;

CV = coeficiente de variação da relação X/Y na população e referência; e  
 k = constante de sensibilidade (geralmente estabelecido como um valor arbitrário cuja finalidade é a de gerar índices de diagnose com magnitudes convenientes)

A função  $f(X/Y)$  consiste na expressão do desvio da relação entre os nutrientes X e Y na amostra sob avaliação e o da população de referência. O índice de diagnose de um nutriente, obtido pelo método DRIS, representa o valor médio dos quocientes entre as funções de todas as relações contendo esse determinado nutriente, Walworth e Sumner (1987). Pelas equações 2 e 3 nota-se que os valores componentes dessa média são inversamente proporcionais aos coeficiente de variação da população de referência. Quanto menor a população de referência, maior poderá ser o coeficiente de variação e, como consequência, menor sua contribuição no cálculo do índice de diagnose do DRIS.

Algumas modificações foram propostas, na forma de cálculo das funções, com o intuito de melhorar a precisão do método de diagnose. Jones (1981) propôs que se ponderasse a variabilidade da relação por meio da utilização da recíproca do desvio padrão (Equação:  $f(X/Y) = (X/Y - x/y).k/s$ , sendo "s" o desvio padrão) o que, segundo o autor, evitaria que os índices de diagnose fossem sistematicamente super-estimados sempre que as relações nutricionais da amostra em análise fossem menores que os respectivos valores de referência, caso fossem utilizadas as fórmulas propostas por Beaufils (1973), como pode ser observado pela Equação 3. Além do mais, pela proposta de Jones (1981), o processo de cálculo seria simplificado, uma vez que seria utilizada apenas uma equação para o cálculo das funções ao invés de duas fórmulas, conforme Beaufils (1973). Por outro lado, na proposta de Elwali e Gascho (1984), a relação entre dois nutrientes em uma amostra é considerada equilibrada quando o quociente entre as suas concentrações estiver dentro de uma faixa correspondente ao valor de referência para a relação mais ou menos o desvio padrão da relação na população de referência. Alvarez.V. e Leite (1992) recomendam a utilização da fórmula de Jones (1981) para o cálculo das funções e das relações diretas e inversas entre os nutrientes, no cálculo dos índices de diagnose, pois segundo os autores, quando se utilizam as relações diretas, que corresponde a situação em que o nutriente sob avaliação encontra-se no denominador da fração, os resultados obtidos para os índices de diagnose podem ser diferentes daqueles encontrados quando se empregam as relações inversas. Essas diferenças podem se acentuar quando os valores dos quocientes das relações nas amostras sob avaliação se distanciarem dos valores de referência.

Leandro (1998) avaliando as modificações propostas por Elwali e Gascho (1984) e por Jones (1981), para o cálculo das funções e por Alvarez.V. e Leite (1992), nos cálculos

das funções e dos índices de diagnose, comparados ao método original de Beaufils (1973), observaram que o procedimento de cálculo de Beaufils (1973) foi mais preciso no diagnóstico de desequilíbrios nutricionais em soja. Por sua vez Bataglia e Santos (1990), em estudo semelhante com seringueira, observaram que o método originalmente proposto por Beaufils (1973) e a modificação proposta por Elwali e Gascho (1984) apresentaram resultados semelhantes.

O índice de diagnose do DRIS permite estabelecer uma certa ordem hierárquica de limitação atribuída a cada nutriente de uma amostra. Segundo Beverly *et al.* (1986) e Walworth e Sumner (1987), como os índices de diagnose representam desvios acima e abaixo dos valores de referência, a soma dos valores dos índices de diagnose de todos os nutrientes envolvidos na análise deverá ser zero. Um índice de diagnose negativo indica deficiência do nutriente em relação aos demais, enquanto índices com valores positivos indicam excesso e quanto mais os valores dos índices de diagnose aproximarem-se de zero maior será o equilíbrio nutricional da planta (Beaufils, 1973). Teoricamente, em plantas que se apresentem com adequado equilíbrio nutricional, todos os índices de diagnose deveriam ser iguais a zero e seus rendimentos seriam elevados. Isso, no entanto, pode não ocorrer, segundo Beaufils (1973), por que um fator não nutricional pode estar limitando a produção.

Como os índices de diagnose são relativos, ocorre a tendência desses diagnosticarem deficiência em amostras de plantas com elevado rendimento, para as quais não há limitação nutricional, o que seria um falso diagnóstico de deficiência (Sumner, 1990). Para minimizar tal limitação algumas modificações foram propostas como, por exemplo, o estabelecimento de intervalos ou faixas a partir das quais valores dos índices de diagnose situados fora dessas seriam considerados em desequilíbrio. Para Escano *et al.* (1981) o melhor balanço nutricional ocorreria quando os valores dos índices de diagnose para distintos nutrientes estiverem situados na faixa entre - 1,0 e + 1,5. Para Soltanpour *et al.* (1995) índices de diagnose iguais ou menores que - 7 indicariam deficiências. Outra modificação proposta refere-se à utilização, além dos índices de diagnose para cada nutriente, de índices de diagnose relativos às concentrações dos nutrientes, o qual corresponderia ao índice de diagnose da matéria seca, método conhecido como DRIS-modificado ou DRIS-M (Beverly, 1987, Hallmark *et al.*, 1987 e Walworth e Sumner, 1987). Nesse caso seriam diagnosticados como deficientes apenas aqueles nutrientes que apresentassem índices de diagnose menores que o índice de diagnose da MS. Por sua vez aqueles que apresentassem valores dos índices de diagnose iguais ou maiores seriam considerados suficientes (Hallmark *et al.*, 1987).

O Índice de Balanço Nutricional (IBN) representado pela soma em módulo dos

índices de diagnose dos nutrientes analisados em uma amostra, está inversamente relacionado com a produção de tal forma que o valor zero corresponde à situação mais balanceada (Beaufils, 1973). Quando em elevado valor o IBN indica que, ao menos, uma das variáveis analisadas está limitando o rendimento. Em consequência, elevado rendimento somente pode ser alcançado quando o IBN é reduzido, apesar de baixos rendimentos também poderem ser obtidos, mesmo com baixos valores de IBN, se outros fatores de produção forem limitantes (Walworth e Sumner, 1987).

Como uma das formas de se interpretar os índices DRIS Wadt (1996) desenvolveu o método do Potencial de Resposta à Adubação (PRA), que compara o valor, em módulo, do índice de diagnose do DRIS de cada nutriente em uma amostra sob análise, com o valor médio do IBN, para verificar se o desequilíbrio atribuído a determinado nutriente é maior ou menor que o desequilíbrio atribuído à média de todos os nutrientes. Por esse método o estado nutricional da planta amostrada será considerado deficiente e/ou limitante com PRA positivo e com alta probabilidade de resposta à adubação, quando o índice de diagnose do nutriente ( $I_x$ ) for negativo, o  $I_x$ , em módulo, for menor que o  $IBN_{médio}$  e o  $I_x$  for o índice de diagnose de menor valor. Uma situação de estado nutricional equilibrado e PRA nulo é observada quando o  $I_x$  for menor ou igual ao  $IBN_{médio}$ .

#### 2.5.2.5 Avaliação dos valores de referência

Os valores de referência do DRIS necessitam ser avaliados para assegurarem diagnósticos precisos. Para isso, Bataglia e Santos (1990), sugerem a utilização de resultados de análise de amostras com sintomas de problemas nutricionais conhecidos, enquanto que Walworth e Sumner (1987) sugerem a utilização de experimentos fatoriais conduzidos a campo ou em casa-de-vegetação em que sejam avaliadas diferentes doses de nutrientes. Segundo os últimos autores é essencial que os dados utilizados para avaliar os valores de referência sejam independentes daqueles utilizados para sua geração.

Pela sugestão de Walworth e Sumner (1987) podem ser utilizadas informações de experimentos em que respostas expressas em rendimento têm sido obtidas para determinado nutriente. Para esse procedimento amostras de plantas controle são diagnosticadas e determina-se qual é o nutriente mais limitante. Em seguida, tratamentos com doses desse nutriente são aplicados e o rendimento determinado é então determinado em função de tais aplicações. Ocorrendo aumentos no rendimento o diagnóstico é considerado como correto.



Falhas no diagnóstico nutricional resultam em redução do potencial de produção, poluição ambiental e prejuízo financeiro ao produtor. Por exemplo, diagnósticos de falsas deficiências resultam na aplicação desnecessária de fertilizantes, implicando em elevação do custo de produção da cultura, reduzindo a sua rentabilidade e elevando os riscos de poluição ambiental (Beverly, 1992).

O comprometimento do rendimento é maior quando a cultura possui deficiência nutricional comparativamente a quando se empregam adubações desnecessárias. Na prática é preferível diagnosticar deficiências verdadeiras ao invés de deficiências falsas (Beverly, 1993a). Hallmark e Beverly (1991), em revisão sobre o DRIS para soja, afirmaram que se a precisão em termos de acerto da diagnose for maior que 90%, justifica-se a aplicação comercial do método.

#### 2.5.2.6 Aplicação do DRIS no diagnóstico nutricional

A maioria dos trabalhos sobre o DRIS encontrados na literatura, compara esse método com o do nível crítico e mostra a superioridade do DRIS e a eficácia do método no diagnóstico nutricional (Leandro, 1998, Cerdá *et al.*, 1995, Angeles *et al.*, 1993, Angeles *et al.*, 1990, Arboleda *et al.*, 1988, Beverly *et al.*, 1986, Sumner, 1986, Davee *et al.*, 1986, Elwali e Gascho, 1984, Beverly *et al.*, 1984, Sumner, 1979 e Sumner, 1977a).

Alguns trabalhos, no entanto, mostram falhas do DRIS no diagnóstico nutricional. Hallmark *et al.* (1987), em estudo comparando os métodos do nível crítico, o DRIS e o DRIS-M observaram que o DRIS e o DRIS-M apresentaram falhas no diagnóstico de deficiências de P e de K. As falhas na diagnose, possivelmente, devem-se ao fato dos valores de referência do DRIS terem sido desenvolvidos com base em informações compiladas da literatura, obtidas em condições edafoclimáticas diferentes daquelas dos dados experimentais utilizados para a diagnose. Falhas também foram observadas por Hallmark *et al.* (1989), em estudo comparando o DRIS-M e o método da faixa de suficiência no diagnóstico do Zn e do Mn em soja e destacam o risco de se utilizar valores de referência inadequados. As falhas na diagnose observadas por Beverly (1993a) para N, P e K, em soja, Beverly (1993b) para trigo, milho e alfafa e por Soltanpour *et al.* (1995) para milho, provavelmente, também devem-se a problemas relacionados com os valores de referência, uma vez que esses não foram desenvolvidos nas mesmas condições edafoclimáticas dos dados utilizados para avaliação do método DRIS. Os resultados obtidos por esses autores reforçam a necessidade de se obter valores de referência particularizados para o incremento

da eficiência do DRIS, conforme observado por Wortmann *et al.* (1992), Goh e Malakowti (1992), Dara *et al.* (1992), Amundson e Kohler (1987), Beverly *et al.* (1986), Escano *et al.* (1981) e por Beaufils (1973).

#### 2.5.2.7 Aplicação do DRIS em resultados de análise foliar em soja

A primeira referência da aplicação do DRIS em soja é de Sumner (1977d). Com base na compilação de 1.245 amostras oriundas de diversas publicações, o autor estabeleceu os valores de referência para as relações envolvendo N, P e K para o rendimento de 2.600 kg.ha<sup>-1</sup> de grãos de soja. Os resultados mostraram que a diagnose pelo DRIS não foi influenciada pelo estágio fenológico, pela posição na planta onde a amostra é coletada e pela variedade.

Hanson (1981), utilizando-se de valores de referência do DRIS desenvolvidos por Sumner (1977d), aplicou o método na avaliação do efeito de tratamentos em experimentos conduzidos no estado do Rio Grande do Sul (Brasil), onde observou a precisão do método no diagnóstico do efeito dos tratamentos. Porém, os valores de referência obtidos para teores observados no estágio R2 da cultura, não foram aplicáveis quando a mesma encontrava-se no estágio R7, sugerindo que o DRIS também é influenciado pelo estágio fenológico em que a amostra foliar é coletada.

Beverly *et al.* (1986) desenvolveram valores de referência do DRIS, com base em informações obtidas nos EUA e no Brasil. O rendimento utilizado para a obtenção da população de referência foi de 3.500 kg.ha<sup>-1</sup>. Os autores desenvolveram valores de referência englobando toda a base de dados e valores específicos para as Regiões do Meio-Oeste e do Sudoeste dos EUA. A comparação entre esses valores de referência indicou que as condições edafoclimáticas de cultivo têm influência marcante sobre os mesmos. Como os solos do Meio-Oeste são mais ricos em Ca e Mg que os do Sudoeste que são mais ácidos, apresentando teores mais elevados de Mn, as concentrações foliares de Ca e Mg foram mais elevadas nos solos do Meio-Oeste, enquanto que as amostras foliares coletadas em soja cultivada no Sudoeste apresentaram teores mais elevados de Mn, o que se refletiu nos valores de referência desenvolvidos para cada região.

Hallmark *et al.* (1987) em trabalho realizado com o objetivo de comparar o DRIS com o método do nível crítico (NC), na confirmação do diagnóstico de deficiência de P e K e o efeito da inclusão da concentração do nutriente (DRIS-M), como índice de diagnose do DRIS, observaram que o método do NC foi eficiente em confirmar a deficiência de K e

ineficiente para confirmar a deficiência de P. Os autores observaram, ainda, que o DRIS foi um pouco melhor que o NC em confirmar a deficiência de K e muito melhor para detectar a deficiência de P. A incorporação da concentração do nutriente no DRIS contribuiu para separar o nutriente limitante do não limitante, porém, o DRIS-M foi eficiente no diagnóstico da deficiência de K e pouco eficiente na detecção da deficiência de P.

Hallmark *et al.* (1989) comparando a precisão do método da faixa de concentração (FC) e do DRIS-M no diagnóstico do estado nutricional de soja em relação a Zn e Mn observaram a superioridade do método da FC sobre o DRIS-M. Segundo os autores, a ineficácia do DRIS-M deve-se à teores excessivamente elevados para o Mn e baixos para o Zn nas amostras a partir da qual os valores de referência do DRIS foram obtidos. Os autores ressaltam o perigo de se utilizar valores de referência inadequados na diagnose pelo DRIS-M e indicam a necessidade de se melhorar sua precisão no diagnóstico.

Vigier *et al.* (1989) encontraram diferenças nos valores de referência desenvolvidos nos EUA e no Canadá e apesar das diferenças observadas, o diagnóstico pelo DRIS foi mais preciso que o método das FC quando se utilizaram valores de referência de ambos os países, com leve tendência em se obter melhor precisão quando foram utilizados os valores de referência oriundos do Canadá.

Hallmark *et al.* (1990), comparando valores de referência obtidos com base em valores compilados da literatura, concluíram que valores de referência desenvolvidos a partir de ampla base de dados são mais precisos que os desenvolvidos a partir de base estreita de dados.

Mais recentemente Leandro (1998), em trabalho objetivando avaliar o estado nutricional de soja, na Região de Rio Verde (Goiás), comparou valores de referência compilados da literatura com os desenvolvidos a partir de amostras coletadas naquela região. Observou diferenças nos valores de referência, o que poderia levar a diagnósticos errôneos quando da utilização daqueles compilados da literatura. O autor enfatiza a necessidade de se estabelecer valores de referência regionais para a aplicação satisfatória do DRIS.

### **3 METODOLOGIA**

A interpretação do estado nutricional da cultura de soja, no Mato Grosso do Sul, foi feita utilizando amostras de solo, de folhas e de grãos. Os resultados das análises de solos foram interpretados pelo critério das faixas de concentração. Os das folhas, tanto pelo critério das faixas de concentração quanto pelo DRIS.

A interpretação pelo DRIS foi feita com base nos valores de referência desenvolvidos utilizando dados das lavouras amostradas especificamente para esse fim. Assim, os resultados analíticos das amostras de folhas coletadas em cada parcela e os respectivos rendimentos de grãos compuseram o banco de dados. Em seguida, os valores de referência do DRIS foram validados pela comparação entre as diagnoses visual e do próprio DRIS.

As amostras foram coletadas em lavouras comerciais conduzidas por produtores na Região Sul do Mato Grosso do Sul, considerada neste trabalho como a região ao sul do paralelo 21° S, no ano agrícola 2000/2001. A região de coleta restringiu-se à Micro Região Homogênea (MRH) 010 - de Dourados (IBGE, 2000). Tal escolha deu-se em razão da MRH 010 ser a principal região produtora de soja na Região Sul do Mato Grosso do Sul, onde foram cultivadas 91,4% das lavouras de soja na safra 1999/2000 (IBGE, 2000). Na Figura 1 encontra-se o mapa do Estado do Mato Grosso do Sul com a divisão em micro-regiões homogêneas com destaque para MRH 010 de Dourados.

#### **3.1 SELEÇÃO DAS PROPRIEDADES AMOSTRADAS**

A partir de informações obtidas de cooperativas, empresas produtoras de sementes, escritórios de planejamento e de assistência técnica e de escritórios do Instituto de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural de Mato Grosso do Sul (IDATERRA) foram selecionadas 46 propriedades com base em dois critérios: manejo adequado da lavoura e cultivo da variedade CD 202. Entende-se, para fins desse trabalho, como lavouras adequadamente manejadas as implantadas em épocas recomendadas e que tiveram os tratos culturais e fitossanitários aplicados conforme as recomendações técnicas. A opção

pela coleta de amostras de lavouras cultivadas por apenas uma variedade foi para evitar o efeito varietal sobre os valores de referência do DRIS.

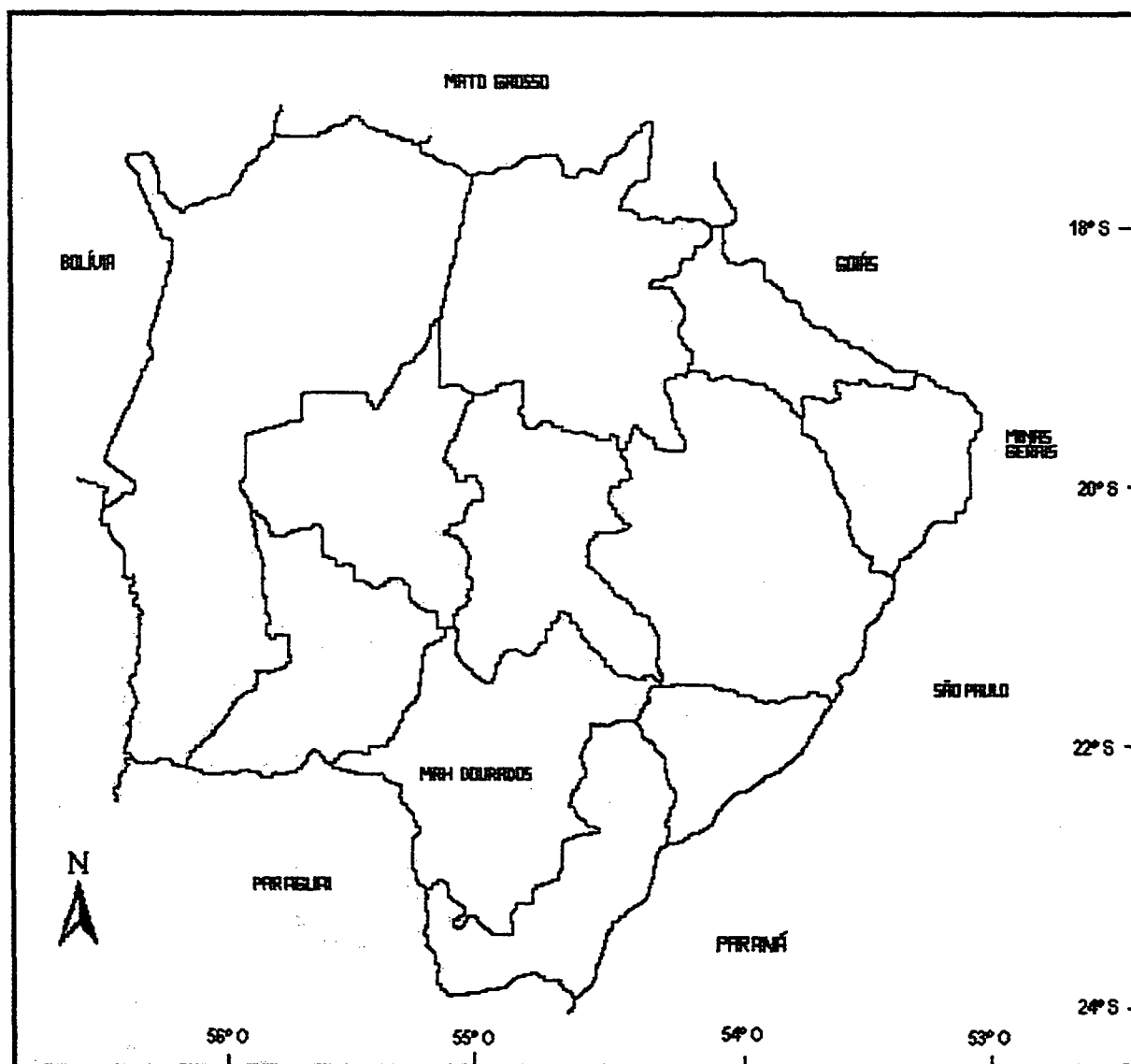


FIGURA 1 Mato Grosso do Sul, divisão em Micro-Regiões Homogêneas.

De cada propriedade selecionada foram registradas informações sobre as práticas de manejo aplicadas nas áreas amostradas. Com base no registro das informações obtidas junto aos agricultores elaborou-se os Anexos 1, 2, 3 e 4, nos quais constam, respectivamente, a relação nominal dos proprietários bem como dos municípios onde as amostras foram coletadas, o sistema de manejo adotado na condução das lavouras, as

formulações de adubos e doses de  $P_2O_5$  e  $K_2O$  e os percentuais de lavouras em que foram aplicados micronutrientes.

### 3.2 LOCAIS DE COLETA DAS AMOSTRAS

Nas propriedades selecionadas as parcelas para coleta de amostras foram locadas em glebas escolhidas em razão de sua aparente uniformidade dentro delas e com o máximo de variação entre elas. Em cada propriedade foram selecionadas número diferente de parcelas, dependendo da dimensão da lavoura e da variabilidade observada, principalmente quanto à aspectos topográficos. No total foram selecionada 115 parcelas correspondendo a 2,5 parcelas por propriedade. Cada parcela tinha área de 10 m de largura por 5 m de comprimento (50 m<sup>2</sup>), e correspondeu ao local de coleta de uma amostra.

### 3.3 PROCEDIMENTOS PARA A COLETA E O PREPARO DAS AMOSTRAS

#### 3.3.1 De solo

A coleta foi realizada durante os estádios fenológicos iniciais da cultura [V1 a V4, de acordo com Costa e Marquezan (1982)] feita entre 15/11/2000 e 05/01/2001, conforme a data de implantação de cada lavoura. Para formar uma amostra composta foram coletadas vinte amostras simples, para cada parcela, as quais foram homogeneizadas nos locais de coleta. As amostras simples foram coletadas nas entrelinhas da cultura, nas profundidades de 0 - 5, 5 - 10, 10 - 20, 0 - 20 e 20 - 40 cm. Para a realização das coletas foram utilizados trados dos tipos holandês e caneco. As amostras foram secas em estufa, com circulação forçada de ar, à temperatura de 70° C. Em seguida foram moídas, peneiradas em malha 2 mm, homogeneizadas e armazenadas em embalagem de papel para posterior análise conforme Chitolina *et al.* (1999).

#### 3.3.2 De folhas

A amostragem de folhas foi realizada no estágio fenológico R1, conforme descrição feita por Costa e Marquezan (1982), coletando-se a última folha amadurecida com pecíolo a

qual consistiu na terceira folha, do ápice para a base da planta, na haste principal de acordo com o recomendado por vários autores (Martinez *et al.*, 1999, Boaretto *et al.*, 1999, Ambrosano *et al.*, 1997, Borkert *et al.*, 1994, Tanaka *et al.*, 1993, Bataglia e Dechen, 1986 e Trani *et al.*, 1983). Para compor uma amostra foram coletadas trinta folhas em cada parcela.

O preparo das amostras foi realizado no Laboratório de Solos, Tecido Vegetal e Corretivos do Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, em Dourados, MS. Para a limpeza das folhas foi adotado o seguinte procedimento: inicialmente as folhas foram lavadas em água de torneira, sem qualquer tratamento e, em seguida, em solução de água destilada e deionizada com HCl a 0,25% e, finalmente, em água destilada e deionizada. Após a limpeza as folhas foram secas em estufa com circulação forçada de ar, com temperatura variando de 65 a 70° C. Em seguida as amostras foram moídas em moinho tipo Wiley, passando-se as amostras por peneira de malha de 1 mm, as quais foram homogeneizadas e armazenadas para posterior análise, conforme procedimento descrito por Miyazawa *et al.* (1999).

### 3.3.3 De grãos

Para a determinação do rendimento de grãos foram colhidos oito segmentos de um metro nas fileiras de plantas de cada parcela. Cada segmento foi colhido considerando a uniformidade do desenvolvimento e da população de plantas, procedimento adotado tendo em vista o objetivo de se avaliar o potencial de rendimento da parcela. Esse procedimento foi realizado na maturação de colheita, estágio R8 na escala de Costa e Marquezan (1982). Para isso as plantas foram colhidas, secas e trilhadas. Em seguida foram determinadas as massas das amostras de grãos e com os valores determinados foram estimados o rendimento em kg.ha<sup>-1</sup>, homogeneizada para 13% de umidade. Para a estimativa do rendimento de grãos a superfície da parcela amostrada foi calculada de acordo com a largura das entrelinhas de cada parcela, tendo em vista que as lavouras amostradas apresentavam distintos espaçamentos. Assim procedendo a área das parcelas variou de 3,26 a 3,60 m<sup>2</sup>.

## 3.4 ANÁLISES LABORATORIAIS

As análises químicas e físicas de amostras de solo e químicas das amostras de folha foram realizadas no Laboratório de Solos, Tecido Vegetal e Corretivos do Centro de

Pesquisa Agropecuária do Oeste da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, localizado em Dourados, MS. Cada amostra foi analisada sem repetição.

### 3.4.1 De amostras de solo

#### 3.4.1.1 Análises químicas

Seguindo a metodologia descrita por Silva *et al.* (1999) foram determinadas, nas amostras de solo, as seguintes variáveis: pH em  $\text{CaCl}_2$  (relação 1:2,5), os teores extraíveis de P, K, Cu, Fe, Mn e Zn (extrator de Mehlich 1 na relação 1:10, com as determinações analíticas sendo realizadas por colorimetria para o P, por fotometria de chama para o K, por espectrofotometria de absorção atômica para Cu, Fe, Mn e Zn) e os teores trocáveis de Ca, Mg e Al (extrator KCl  $\text{mol.L}^{-1}$  na relação 1:10 com a determinação analítica de Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica e de Al por titulometria). Além das determinações mencionadas, em amostras das camadas de 0 - 20 e 20 - 40 cm, foi determinada a acidez potencial (H+Al) por titulometria. Os resultados analíticos referentes às amostras de solos encontram-se nos Anexos 5, 6, 7, 8 e 9. Nesses anexos são apresentados os dados analíticos referentes a 87 amostras, visto que 28 foram descartadas com base na suspeita de que fatores não nutricionais teriam prejudicado o rendimento da cultura nas respectivas lavouras. Os resultados analíticos foram expressos nas seguintes formas: teores de Al, H+Al, Ca, Mg, K e CTC em  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ; teores de P, Cu, Mn e Zn em  $\text{mg}.\text{dm}^{-3}$  e as saturações por base (V), de Al (m) e de Ca em %.

#### 3.4.1.2 Análises físicas

As amostras de solo foram submetidas à análise granulométrica pelo método do densímetro, de acordo com a metodologia descrita em Embrapa (1997). São apresentados apenas os resultados analíticos para os teores de argila os quais foram expressos em  $\text{g}.\text{kg}^{-1}$  e encontram-se relatados nos Anexos 5, 6, 7, 8 e 9.

Para fins de discussão dos resultados analíticos obtidos no trabalho, referentes aos teores de P, as amostras de solo analisadas foram agrupadas com base nos seus teores de argila e classificadas como de texturas muito argilosa, argilosa, média e arenosa, quando os teores de argila das amostras eram, respectivamente, iguais ou superiores a  $610 \text{ g}.\text{kg}^{-1}$ , entre 410 e  $600 \text{ g}.\text{kg}^{-1}$ , entre 210 e  $400 \text{ g}.\text{kg}^{-1}$  e inferiores a  $210 \text{ g}.\text{kg}^{-1}$ .



### 3.4.2 De amostras de folha e de grãos

Nas amostras foliares foram determinados os teores totais de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, de acordo com metodologia descrita em Malavolta *et al.* (1989). O extrato do N foi preparado por digestão sulfúrica a quente e a determinação analítica pelo método semi-micro-Kjeldahl. O extrato de P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn foi preparado por digestão nitro-perclórica a quente e posterior determinação analítica do P por colorimetria do metavanadato, do K por fotometria de chama, do S por turbidimetria do sulfato de bário e de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica. O extrato do B foi preparado por incineração e a determinação analítica por colorimetria da azometina H. Os resultados analíticos referentes às amostras foliares encontram-se relacionados no Anexo 10.

O mesmo procedimento foi adotado para as análises dos grãos de soja. Foram analisadas amostras de grãos de 15 parcelas escolhidas aleatoriamente. Com base nos valores analíticos dos nutrientes determinados procedeu-se à estimativa das quantidades de nutrientes por tonelada de grãos. Os resultados analíticos para teores totais de N, P, K, Ca, Mg e S foram expressos em  $\text{g.kg}^{-1}$  enquanto os referentes ao B, Cu, Fe, Mn e Zn foram expressos em  $\text{mg.kg}^{-1}$ .

### 3.5 ESTIMATIVA DO TOTAL DE BASES (s), DA CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIONS EFETIVA (t), DA CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIONS (T) A pH 7,0, DA SATURAÇÃO DE ALUMÍNIO NA t (m%), DA SATURAÇÃO POR BASES NA T A pH 7,0 (V%) E DA SATURAÇÃO DE CÁLCIO NA t (Ca%)

Com base nos resultados analíticos das amostras de solo da camada de 0 - 5, 5 - 10, 10 - 20, 0 - 20 e 20 - 40 cm foram estimadas a soma de bases pela soma dos teores de Ca, Mg e K, a capacidade de troca de cátions efetiva pela soma de s com os teores de Al, a saturação de alumínio na t com base na equação  $m(\%) = 100 \cdot \text{Al} / t$ , a T a pH 7,0 pela soma entre s e  $\text{H}^+ + \text{Al}$  e a saturação por bases (V%) a pH 7,0 pela equação  $V(\%) = 100s/T$ , conforme Raij (1983). A saturação de cálcio na t, da camada 20 - 40 cm, foi estimada pela equação  $\text{Ca}(\%) = \text{Ca}100/t$ . Com base nos teores de P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn determinados nas camadas de 0 - 5 e 5 - 10 cm foram estimadas as quantidades dos nutrientes por unidade de área ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ), em cada camada, e somaram-se aos valores obtidos obtendo-se, desta forma, a quantidade de cada nutriente na camada correspondente a 0 - 10 cm. A densidade do solo para fins desses cálculos foi considerada como igual a um.

### 3.6 ESTIMATIVA DA QUANTIDADE DE NUTRIENTES NOS GRÃOS

Com base nos resultados analíticos dos teores totais de nutrientes nos grãos das quinze amostras analisadas, estimou-se o conteúdo de nutrientes em cada tonelada de grãos cujos resultados encontram-se no Anexo 11.

### 3.7 BALANÇO DO P E K NA CAMADA DE 0 - 20 cm

Fez-se o balanço da quantidade de P e K com base nas amostras coletadas na camada de 0 - 20 cm do solo considerando: a) como disponíveis as quantidades de nutrientes que excederam à quantidade necessária para a manutenção dos mesmos nas faixas de suficiência, limite inferior da faixa de teor bom ou suficiente para o P, de acordo com a classe textural, enquanto que para o K o teor considerado suficiente foi  $0,14 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ; b) como exportado a quantidade dos nutrientes contidos nos grãos produzidos na parcela correspondente e c) como aplicada a quantidade de fertilizante que foi informada pelos produtores. A quantidade de nutrientes contida nos grãos foi estimada com base em valores obtidos em análise realizada nesse trabalho e encontram-se relatados no Anexo 11. Com base nessas informações estimou-se as quantidades de P e K disponíveis e realizou-se o balanço entre quantidade disponível e exportada por meio dos grãos, entre a quantidade aplicada e exportada por meio dos grãos colhidos e entre a quantidade disponível somada à aplicada e à exportada por meio dos grãos. O balanço foi considerado positivo, quando a quantidade disponível em cada amostra excedeu a quantidade crítica, negativo, quando foi menor que a quantidade crítica e nulo, quando foi igual à quantidade crítica. A quantidade crítica foi considerada como aquela suficiente para manter os teores de P e K no nível crítico.

### 3.8 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Foram realizadas análises de correlação entre os dados de rendimento de grãos e variáveis de solo das camadas de 0 - 5, 0 - 10 e 0 - 20 cm; entre os dados de rendimento de grãos e teores foliares de nutrientes e entre variáveis de solo da camada de 0 - 20 cm e variáveis foliares. Testes estatísticos relativos ao desenvolvimento do DRIS são relatados no item 3.10.1.2.2 e 3.10.1.2.3.

A coleta de amostras de solo realizada de forma estratificada objetivou comparar efeitos dessa estratificação sobre os teores de nutrientes e a relação desse com o rendimento de grãos. Os coeficientes de correlação linear de Pearson, feita entre variáveis determinadas nas camadas de 0 - 5, 0 - 10 e 0 - 20 cm e o rendimento de grãos encontram-se relacionados, respectivamente, nos Anexos 13, 14 e 15.

### 3.9 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES DE SOLO E DE FOLHAS

#### 3.9.1 Critério das faixas de concentração

O critério das faixas de concentração foi utilizado para a interpretação dos resultados de análise de solo e foliar. Para a interpretação dos resultados analíticos de variáveis do solo, fez-se o Quadro 1 onde os valores relativos ao teor de Al foram interpretados conforme as classes recomendadas por Alvarez.V. *et al.* (1999) e os valores das demais variáveis conforme EMBRAPA Agropecuária Oeste (2000b). Para os valores relativos à saturação por bases foi feita adaptação do valor relatado na publicação mencionada. Para a interpretação dos resultados analíticos referentes ao P fez-se o agrupamento das amostras conforme seu teor de argila. O número de amostras nas classes texturais muito argilosos, argilosos, de textura média e arenosos foram, respectivamente, 49, 17, 13 e 8. Para a interpretação dos resultados da análise foliar foram utilizados os padrões propostos por Peck (1979) e relacionados no Quadro 2. A apresentação dos resultados para fins de discussão, com base no critério das faixas de concentração, foi feita agrupando-se as amostras cujos teores enquadraram-se nas classes deficiente e baixo numa outra classe denominada baixo. Por outro lado, as amostras cujos teores de nutrientes enquadraram-se nas classes de teores alto e excessivo foram agrupadas em uma classe denominada alto.

### 3.10 SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO - DRIS

#### 3.10.1 Desenvolvimento do DRIS

O DRIS foi aplicado conforme os passos sugeridos por Schultz e Villiers (1987), quais sejam: a) formação do banco de dados; b) seleção da população de referência e obtenção dos valores de referência; c) cálculo dos índices de diagnose; e d) avaliação dos valores de referência estabelecidos.

**QUADRO 1 - Classes de valores utilizadas para interpretação de variáveis determinadas pela análise química do solo em amostras coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001**

Variável	Classe de interpretação					
	Muito baixo	Baixo	Médio	Bom ou suficiente	Alto	Muito alto
$Al^{+3}$ (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> ) <sup>(1)</sup>	≤ 0,20	0,21 - 0,50	0,51 - 1,0	-	1,0 - 2,0	> 2,0
Ca+Mg (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> ) <sup>(2)</sup>	-	< 2,0	-	≥ 2,0	-	-
K (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> ) <sup>(2)</sup>	-	≤ 0,13	-	> 0,13	-	-
P (mg.dm <sup>-3</sup> ) <sup>(2, 3)</sup>	-	< 2,1	-	2,1 - 3,0	> 3,0	-
P (mg.dm <sup>-3</sup> ) <sup>(2, 4)</sup>	-	< 6,1	-	6,1 - 8,0	> 8,0	-
P (mg.dm <sup>-3</sup> ) <sup>(2, 5)</sup>	-	< 10,1	-	10,1 - 14,0	> 14,0	-
P (mg.dm <sup>-3</sup> ) <sup>(2, 6)</sup>	-	< 12,1	-	12,1 - 18,0	> 18,0	-
Cu (mg.dm <sup>-3</sup> ) <sup>(2)</sup>	-	≤ 0,5	-	0,5 - 0,8	> 0,8	-
Mn (mg.dm <sup>-3</sup> ) <sup>(2)</sup>	-	≤ 1,9	-	2,0 - 5,0	> 5,0	-
Zn (mg.dm <sup>-3</sup> ) <sup>(2)</sup>	-	≤ 1,0	-	1,1 - 1,6	> 1,6	-
V (%) <sup>(2, 7)</sup>	-	< 30	30 - 50	51 - 70	71 - 80	> 80
m (20-40 cm) <sup>(2, 8)</sup>	-	0 - 20	-	-	> 20	-
Ca (20-40cm) <sup>(2, 9)</sup>	-	< 60	-	≥ 60	-	-

<sup>(1)</sup> Alvarez V. *et al.* (1999)

<sup>(2)</sup> EMBRAPA Agropecuária Oeste, (2000b)

<sup>(3), (4), (5), (6)</sup> respectivamente, para solos de texturas muito argilosa (argila > 610 g.kg<sup>-1</sup>), argilosa (argila entre 410 e 610 g.kg<sup>-1</sup>), média (argila entre 210 e 400 g.kg<sup>-1</sup>) e arenosa (argila < 210 g.kg<sup>-1</sup>)

<sup>(7)</sup> V(%) = percentagem de saturação por bases

<sup>(8)</sup> m(%) = percentagem de saturação de Al

<sup>(9)</sup> Ca(%) = percentagem de saturação de cálcio

**QUADRO 2 - Concentrações de nutrientes utilizadas para a interpretação dos resultados de análises de folhas de soja de amostras coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001**

Nutriente	Classes de interpretação				
	Deficiente	Baixo	Suficiente	Alto	Excessivo
	g.kg <sup>-1</sup>				
N	< 32,5	32,5 - 45,0	45,1 - 55,0	55,1 - 70,0	> 70,0
P	< 1,6	1,6 - 2,5	2,6 - 5,0	5,1 - 8,0	> 8,0
K	< 12,5	12,5 - 17,0	17,1 - 25,0	25,1 - 27,5	> 27,5
Ca	< 2,0	2,0 - 3,5	3,6 - 20,0	20,1 - 30,0	> 30,0
Mg	< 1,0	1,0 - 2,5	2,6 - 10,0	10,1 - 15,0	> 30,0
S	< 1,5	1,5 - 2,0	2,1 - 4,0	> 4,0	-
	mg.kg <sup>-1</sup>				
B	< 10,0	10,0 - 20,0	21,0 - 55,0	56,0 - 80,0	> 80,0
Cu	< 5,0	5,0 - 9,0	10,0 - 30,0	31,0 - 50,0	> 50,0
Fe	< 30,0	30,0 - 50,0	51,0 - 350,0	351,0 - 500,0	> 500,0
Mn	< 15,0	15,0 - 20,0	21,0 - 100,0	101,0 - 250,0	> 250,0
Zn	< 11,0	11,0 - 20,0	21,0 - 50,0	51,0 - 75,0	> 75,0

Fonte: Peck, 1979.

### 3.10.1.1 Formação do banco de dados

O banco de dados utilizado para o desenvolvimento dos valores de referência do DRIS, para a Região Sul do Mato Grosso do Sul, foi composto por 87 amostras, tendo em vista que 28 foram descartadas pela suspeita de que fatores não nutricionais teriam prejudicado o rendimento da cultura nas respectivas lavouras. As informações utilizadas para a formação da base de dados e para o desenvolvimento do DRIS foram as seguintes: teores totais de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Cu, Mn e Zn nas folhas e rendimento de grãos.

### 3.10.1.2 Seleção da população de referência e obtenção dos valores de referência

#### 3.10.1.2.1 Seleção da população de referência

O banco de dados foi dividido em duas sub-populações considerando-se o rendimento de  $3.500 \text{ kg.ha}^{-1}$  como o limite entre a sub-população A, de alto rendimento ( $\geq 3.500 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) e a sub-população B, de baixo rendimento ( $< 3.500 \text{ kg.ha}^{-1}$ ). Os valores de referência do DRIS, obtidos a partir das amostras da sub-população A, que correspondem a 72 amostras, passou a ser a população de referência desse trabalho. O rendimento limite para divisão da população de amostras, objetivou o estabelecimento de valores de referência para rendimento superior em, aproximadamente, 1,5 vezes à média do Estado do Mato Grosso do Sul, obtida na safra 1999/2000, conforme IBGE (2000).

#### 3.10.1.2.2 Teste de normalidade

A normalidade na distribuição dos dados foi feita por meio da prova de aderência à distribuição normal de Kolmogorov-Smimov (Assis *et al.*, 1996).

#### 3.10.1.2.3 Obtenção dos valores de referência

Em cada sub-população os nutrientes foram expressos em todas as relações possíveis na forma de quociente e, em seguida, foram calculadas as médias ( $X_A$  e  $X_B$ ), os desvios padrão ( $s_A$  e  $s_B$ ), os coeficientes de variação (CV) e as variâncias ( $s_A^2$  e  $s_B^2$ ) da

concentração de cada nutriente e dos valores dos quocientes das relações entre estes, de acordo com Walworth e Summer (1987) e Beaufils (1973). Por meio da comparação da razão entre as variâncias das relações nutricionais das duas sub-populações ( $s_B^2 / s_A^2$ ), para cada relação nutricional, na forma direta e inversa (exemplo N/P e P/N), foram selecionadas aquelas relações com maior razão entre as variâncias, conforme Walworth e Sumner (1987). As médias dos quocientes das relações entre as concentrações dos nutrientes selecionados e os seus respectivos desvios padrão e os coeficientes de variação, correspondentes à sub-população de alto rendimento (A), representam os valores de referência do DRIS.

Os valores de referência desenvolvidos nesse trabalho foram comparados com aqueles mencionados por Beverly *et al.* (1986) e por Hallmark *et al.* (1990), obtidos nos EUA e por Leandro (1998), obtidos para região de Rio Verde (GO). A comparação entre os valores de referência foi feita pelo teste de t (Gomes, 1976).

### 3.10.1.3 Cálculo dos índices de diagnose do DRIS

O cálculo do índice de diagnose do DRIS, para cada nutriente, foi feito por intermédio da fórmula geral proposta por Beaufils (1973), conforme a Equação 1. Por outro lado, o cálculo das funções foi feito conforme Elwali e Gascho (1984):

$$f(X/Y) = \left[ \left( \frac{X/Y}{x/y} \right) - 1 \right] \cdot \left( \frac{100k}{CV} \right) \quad \text{se } X/Y > x/y + s_{x/y} \quad \text{Equação (2)}$$

$$f(X/Y) = \left[ 1 - \left( \frac{x/y}{X/Y} \right) \right] \cdot \left( \frac{100k}{CV} \right), \quad \text{se } X/Y < x/y - s_{x/y} \quad \text{Equação (3)}$$

$$f(X/Y) = 0 \quad \text{se } x/y - s_{x/y} \leq X/Y \leq x/y + s_{x/y} \quad \text{Equação (4)}$$

sendo:

$X/Y$  = valor do quociente das concentrações entre dois nutrientes genéricos X e Y na planta sob avaliação;

$x/y$  = valor de referência entre dois nutrientes genéricos X e Y;

$CV$  = coeficiente de variação da relação entre dois nutrientes genéricos X e Y da população de referência;

$k$  = coeficiente de sensibilidade, de valor arbitrário, utilizado nesta equação de acordo com Beaufils (1973), para que os valores dos índices de diagnose apresentem magnitudes convenientes. O valor adotado neste trabalho foi 10; e

$s_{x/y}$  = desvio padrão da população de referência.

Os sinais das funções inseridas na fórmula de cálculo dos índices de diagnose foram atribuídos considerando a posição do nutriente na relação. Se no numerador o sinal é positivo e se no denominador é negativo Beaufils (1973).

#### 3.10.1.3.1 Cálculo do Índice de Balanço Nutricional (IBN)

O IBN representa a soma, em módulo, dos índices de diagnose do DRIS em relação aos nutrientes analisados e o seu valor, para cada amostra, foi calculado pela fórmula:

$$IBN = |I(X_1)| + |I(X_2)| + \dots + |I(X_{n-1})| + |I(X_n)| \quad \text{Equação (5)}$$

sendo:

$I(X_1)$ ,  $I(X_2)$ ,  $I(X_{n-1})$ ,  $I(X_n)$  os índices de diagnose do DRIS obtidos para os nutrientes  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_{n-1}$ , e  $X_n$ ; e  
 $n$  = número de nutrientes que compõe o IBN.

#### 3.10.1.3.2 Interpretação dos índices de diagnose do DRIS

Todas as amostras que compuseram a base de dados para o desenvolvimento do método foram submetidas à diagnose pelo DRIS, utilizando-se dos valores de referência desenvolvidos nesse trabalho. Com os resultados obtidos estabeleceu-se a ordem de limitação relativa de cada nutriente. Considerou-se para tal fim que o nutriente foi o mais limitante quando o índice de diagnose na amostra analisada foi o de menor valor (classe de maior limitação) e assim sucessivamente até o índice de diagnose de maior valor (classe de menor limitação). Após o agrupamento em classes de importância, a frequência de ocorrência foi calculada.

#### 3.10.1.4 Avaliação dos valores de referência desenvolvidos e comparação entre o DRIS e o critério das faixas de concentração

A avaliação dos valores de referência foi baseada na verificação da capacidade dos mesmos em indicar, por meio dos índices de diagnose do DRIS, estimados a partir dos

mesmos, qual o nutriente estaria em nível capaz de induzir o desenvolvimento dos sintomas de deficiência observados. O procedimento de avaliação dos valores de referência do DRIS, conforme mencionado por Bataglia e Santos (1990), baseou-se na comparação entre o resultado da diagnose visual dos sintomas apresentados pelas folhas e a diagnose proporcionada pelos índices do DRIS. Ocorrendo a concordância entre os diagnósticos os valores de referência do DRIS foram considerados válidos.

Para a realização da avaliação proposta foram coletadas amostras de folhas que apresentavam sintomas de deficiência nutricional em lavoura de produtor cultivada com a mesma variedade amostrada para o desenvolvimento dos valores de referência, procedimento também adotado por Leandro (1998). As folhas coletadas apresentavam um amarelecimento internerval, conforme mostrado na Figura 2, cuja descrição encontra-se citada em Borkert *et al.* (1994) e Rosolem (1980) que caracteriza o sintoma provocado pela deficiência de Mn. A amostra de folhas coletada juntamente com a amostra de solo do local de ocorrência dos sintomas descritos foram analisadas quimicamente conforme procedimentos descritos em 3.4.1.1 e 3.4.2, respectivamente.

Os resultados analíticos da amostra de solo foram interpretados pelo critério das faixas de concentração enquanto os resultados na análise de folhas foram interpretados tanto pelo critério das faixas de concentração e pelo DRIS. Realizou-se a comparação entre os diagnósticos feitos com base nas amostras de solo e de folhas.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 RESULTADOS ANALÍTICOS DAS AMOSTRAS DE SOLO

Os resultados das análises químicas das amostras de solo, feitas de forma estratificada, mostraram que não houve efeitos dessa estratificação sobre a relação dos teores de nutrientes e o rendimento de grãos. Isso foi demonstrado pela análise de correlação linear de Pearson feita entre variáveis determinadas nas camadas de 0 - 5 cm, 0 - 10 cm e 0 - 20 cm e o rendimento de grãos (Tabela 1 e Anexos 12 e 13). Com base nisso a discussão foi direcionada para a camada de 0 - 20 cm. O fato de não terem sido encontradas diferenças entre os coeficientes de correlação das variáveis do solo, possivelmente, é consequência do tempo de adoção do Sistema de Plantio Direto (SPD) nas áreas amostradas, uma vez que os efeitos do SPD são mais evidentes a partir da sua estabilização, o que segundo Anghinoni e Salet (1998), ocorre a partir do quinto ano de adoção, sendo a maioria das áreas amostradas de adoção mais recente (Anexo 2).

Na Tabela 2 são apresentados os valores médios, mínimos e máximos, bem como os respectivos coeficientes de variação relativos aos teores de Al, Ca, Mg, K, P, Cu, Fe, Mn e Zn, à capacidade de troca de cátions e à saturação por bases, determinados em amostras de solo coletadas na camada de 0 - 20 cm.

Observa-se por essa tabela que os coeficientes de variação foram mais elevados para Al (235%), Zn (155%), P em solos argilosos (104%) e P em solos muito argilosos (103%). Os elevados valores devem-se à amplitude dos teores observados nas áreas amostradas, sendo reflexos para as variáveis estudadas tanto das diferenças das estratégias de manejo adotadas pelos agricultores quanto da variabilidade das classes de solo da região (Oliveira, 2000).

O valor médio da saturação por bases observado foi de 64,8%, próximo do valor considerado ideal para a região que é de 60% (EMBRAPA Agropecuária Oeste, 2000b). Porém, o maior valor observado foi de 89,9%, sendo bastante superior ao valor recomendado, podendo ocorrer, nesse nível de saturação por bases, a insolubilização de micronutrientes catiônicos, provocando a indisponibilização dos mesmos para as plantas (Tisdale *et al.*, 1993). Por outro lado o menor valor observado foi de 29%, o qual indica a necessidade de aplicação de materiais corretivos para a elevação de seu valor.

TABELA 1 - Coeficientes de correlação linear de Pearson (r) entre as variáveis determinadas em amostras de solo da camada de 0 - 20 cm e o rendimento de grãos de soja, variedade CD 202, coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001

Variável	pH	T <sup>(1)</sup>	V	Al	m <sup>(2)</sup>	P	K	Ca+Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
pH	-											
T	0,25 *	-										
V	0,84 *	0,46 *	-									
Al	- 0,64 *	- 0,08	- 0,56 *	-								
m	- 0,59 *	- 0,15	- 0,64 *	- 0,59 *	-							
P	0,16	- 0,25 *	0,04	- 0,18	- 0,14	-						
K	0,28 *	0,67 *	0,42 *	- 0,23 *	- 0,22 *	- 0,05	-					
Ca+Mg	0,60 *	0,92 *	0,73 *	- 0,35 *	- 0,38 *	- 0,12	0,66 *	-				
Cu	0,20 *	0,71 *	0,35 *	- 0,09	- 0,14	- 0,18 *	0,46 *	0,70 *	-			
Fe	- 0,10	- 0,62 *	- 0,23 *	0,26 *	0,29 *	0,07	- 0,59 *	- 0,60 *	- 0,44 *	-		
Mn	0,17 *	0,65 *	0,39 *	- 0,17	0,19	- 0,18 *	0,70 *	0,65 *	0,67 *	- 0,57 *	-	
Zn	0,29 *	0,39 *	0,35 *	- 0,19	0,17	0,30 *	0,55 *	0,46 *	0,52 *	- 0,26 *	0,47 *	-
Rendimento	0,16	0,12	0,28 *	- 0,13	0,11	0,09	0,26 *	0,15	0,02	- 0,05	0,24 *	0,25 *

<sup>(1)</sup> V = percentagem de saturação por bases

<sup>(2)</sup> m = percentagem de saturação de alumínio

\* = significativo a 5% de probabilidade

TABELA 2 - Valores mínimos, máximos e médios e coeficientes de variação (CV%) e do rendimento de grãos e de variáveis determinadas em amostras de solo coletadas na camada de 0 - 20 cm, em áreas cultivadas com soja, variedade CD 202, na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001

Variável	Médio	Mínimo	Máximo	CV (%)
Al (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> ) <sup>(1)</sup>	0,05	0,00	0,70	235,0
Ca+Mg (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> ) <sup>(1)</sup>	7,40	1,70	15,10	43,4
K (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> ) <sup>(2)</sup>	0,50	0,06	1,35	66,2
P (mg.dm <sup>-3</sup> ) <sup>(2, 3)</sup>	12,00	1,80	79,80	103,0
P (mg.dm <sup>-3</sup> ) <sup>(2, 4)</sup>	12,50	2,30	57,80	104,3
P (mg.dm <sup>-3</sup> ) <sup>(2, 5)</sup>	13,10	3,00	35,60	64,5
P (mg.dm <sup>-3</sup> ) <sup>(2, 6)</sup>	40,60	16,60	102,00	65,0
Cu (mg.dm <sup>-3</sup> ) <sup>(2)</sup>	10,10	1,10	30,70	63,1
Fe (mg.dm <sup>-3</sup> ) <sup>(2)</sup>	42,80	8,90	190,20	71,2
Mn (mg.dm <sup>-3</sup> ) <sup>(2)</sup>	120,40	4,80	244,80	49,7
Zn (mg.dm <sup>-3</sup> ) <sup>(2)</sup>	4,80	0,05	40,70	155,7
T (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> ) <sup>(7)</sup>	11,90	3,70	19,60	31,1
V (%) <sup>(8)</sup>	64,80	29,00	89,90	19,5
Rendimento (kg.ha <sup>-1</sup> )	4.092	2.389	5.583	15,5

<sup>(1)</sup> extraído com KCl

<sup>(2)</sup> extraído por Mehlich 1

<sup>(3)</sup> teor de argila  $\geq$  a 610 g.kg<sup>-1</sup> (textura muito argilosa)

<sup>(4)</sup> teor de argila de 410 a 600 g.kg<sup>-1</sup> (textura argilosa)

<sup>(5)</sup> teor de argila de 210 a 400 g.kg<sup>-1</sup> (textura média)

<sup>(6)</sup> teor de argila < 210 g.kg<sup>-1</sup> (textura arenosa)

<sup>(7)</sup> capacidade de troca de cátions

<sup>(8)</sup> percentagem de saturação por bases

O rendimento médio observado foi de 4.092 kg.ha<sup>-1</sup> (Tabela 2) sendo superior ao rendimento médio alcançado na Região Sul do Mato Grosso do Sul na safra 2000/2001, que foi de 2.918 kg.ha<sup>-1</sup> (Soja, 2001). Os resultados observados são indicativos de que os produtores selecionados adotaram técnicas de manejo adequadas e, também, de que as condições meteorológicas foram favoráveis durante o desenvolvimento da cultura (Anexo 14), embora se deva ressaltar a variabilidade na distribuição das chuvas, uma vez que os dados mostrados referem-se a coletas realizadas na estação meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste, localizada em Dourados, MS. Elevados rendimentos foram observados indicando o potencial de rendimento da variedade amostrada e a possibilidade de elevação da média de rendimento da região, uma vez identificados e minimizados os fatores de produção restritivos ao desenvolvimento da cultura.

Na Tabela 3 encontram-se relacionadas as frequências de ocorrência em classes de interpretação de teores de alumínio e da saturação por bases, determinadas nas amostras de solo, coletadas na camada de 0 - 20 cm.

TABELA 3 - Frequência de ocorrência, em classes de interpretação, de teores Al e de saturação por bases, determinados pela análise de solo, em amostras coletadas na camada de 0 - 20 cm em áreas com o cultivo de soja, variedade CD 202, na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001

Variável	Frequência conforme classe de interpretação (%)					
	Muito baixo	Baixo	Médio	Bom	Alto	Muito alto
Al <sup>(1)</sup>	94,2	4,6	1,2	-	0,0	0,0
V <sup>(2; 3)</sup>	-	1,3	14,9	49,4	26,4	8,0

<sup>(1)</sup> Alvarez V. *et al.* (1999)

<sup>(2)</sup> EMBRAPA Agropecuária Oeste (2000b)

<sup>(3)</sup> V = percentagem de saturação por bases

### Alumínio

Para o Al, na camada 0 - 20 cm, não foram observadas amostras com teores em níveis prejudiciais, conforme padrões apresentados no Quadro 1 (p. 37). O coeficiente de correlação entre os teores de Al e o rendimento de grãos foi baixo ( $r = -0,13$ ) e não apresentou significância estatística a 5% de probabilidade (Tabela 1). O valor negativo para o coeficiente de correlação pode estar indicando tendência de decréscimo no rendimento de grãos com o aumento do teor de Al.

### Saturação por bases

A saturação por bases ficou, respectivamente, em 16,2% e 34,4% das áreas amostradas, abaixo e acima do valor considerado bom (Tabela 3). Em lavouras onde a saturação por bases encontra-se abaixo do valor adequado, a calagem é a prática indicada para solucionar o problema. Por outro lado, em situações em que a saturação por bases excede o valor adequado, a atenção deve voltar-se no sentido de monitorar a disponibilidade, principalmente de micronutrientes, uma vez que pode ocorrer a insolubilização dos mesmos em solos com elevados valores de saturação por bases (Tisdale *et al.*, 1993). O coeficiente de correlação entre a saturação por bases e o rendimento de grãos apresentou um baixo valor ( $r = 0,28^*$ ), embora significativo a 5% de probabilidade (Tabela 1). Esse resultado pode estar indicando uma alta adaptabilidade da variedade analisada, mostrando a capacidade da mesma apresentar rendimentos elevados numa ampla faixa de valores de saturação por bases.

Na Tabela 4 encontram-se relacionados os valores da frequência de teores de variáveis determinadas nas amostras de solo coletadas na camada de 0 - 20 cm, distribuídos conforme classes de interpretação. Na mesma tabela também estão incluídos os valores de saturação de Al e de Ca na camada de 20 - 40 cm.

TABELA 4 - Frequência de ocorrência, em classes de interpretação, de teores de variáveis determinadas pela análise de solo, em amostras coletadas na camada de 0 - 20 cm e 20 - 40 cm (para saturação de Al - m% e de Ca) em áreas com o cultivo de soja, variedade CD 202, na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001

Variável	Frequência conforme classe de interpretação		
	Baixo	Bom ou suficiente	Alto
	%		
Ca+Mg <sup>(1, 2)</sup>	1,1	98,9	-
K <sup>(2, 3)</sup>	12,6	87,4	-
P <sup>(2, 3, 4)</sup>	4,2	2,0	93,8
P <sup>(2, 3, 5)</sup>	5,9	29,4	64,7
P <sup>(2, 3, 6)</sup>	46,1	7,8	46,1
P <sup>(2, 3, 7)</sup>	0,0	12,5	87,5
Percentagem do total de amostras para P	10,3	9,2	80,5
Cu <sup>(2, 3)</sup>	0,0	0,0	100,0
Mn <sup>(2, 3)</sup>	0,0	1,1	98,9
Zn <sup>(2, 3)</sup>	18,5	12,6	68,9
m (20 - 40 cm) <sup>(1, 2, 8)</sup>	90,8	-	9,2
Ca (20 - 40 cm) <sup>(1, 2, 9)</sup>	16,1	83,9	-

<sup>(1)</sup> extraído com KCl

<sup>(2)</sup> EMBRAPA Agropecuária Oeste (2000b)

<sup>(3)</sup> extraído por Mehlich 1

<sup>(4)</sup> <sup>(5)</sup> <sup>(6)</sup> <sup>(7)</sup> respectivamente para solos de textura muito argilosa; argilosa; média e arenosa

<sup>(8)</sup> m(%) = percentagem de saturação de alumínio

<sup>(9)</sup> V(%) = percentagem de saturação de cálcio.

#### Potássio e Cálcio + Magnésio

O teor de K ficou abaixo da faixa de suficiência em 12,6% das amostras analisadas enquanto que para Ca+Mg o percentual de amostras, na mesma faixa, foi de 1,1%. Por outro lado, em ampla maioria das lavouras amostradas, os teores de K e Ca+Mg enquadraram-se na classe de suficiência, na qual não se esperaria respostas econômicas e/ou físicas à aplicação dos mesmos, necessitando apenas repor a quantidade exportada pela colheita. A correlação estabelecida entre o rendimento de grãos e os teores de K ( $r = 0,26^*$ ) e de Ca+Mg ( $r = 0,15$ ) apresentaram baixos valores nos coeficientes, embora significativo a 5% de probabilidade no caso do K (Tabela 1). Uma possível razão para tal comportamento pode estar relacionada com os elevados teores observados na maioria das amostras analisadas, para o caso do K e principalmente para Ca+Mg. Como já mencionado, uma vez atingido o nível crítico, por conceito, não é de se esperar a ocorrência de respostas físicas e/ou econômicas, em situações em que os teores dos nutrientes encontrarem-se acima daquele nível (Raij, 1983 e Tisdale *et al.*, 1993).

## Fósforo

Considerando o total de áreas amostradas, observou-se, para P, que 10,3% delas enquadraram-se nas classes de teores abaixo da faixa de suficiência. Por outro lado, 9,2% das áreas amostradas apresentaram teores de P na faixa de teores bom ou suficiente e 80,5% na faixa de teores altos. No geral, em 89,7% das lavouras amostradas, não seria de se esperar respostas físicas ou econômicas à aplicação do P, tendo em vista que as mesmas enquadraram-se nas faixas de suficiência e alto, necessitando apenas de se realizar adubações visando a reposição das quantidades exportadas pelos grãos. O baixo coeficiente de correlação ( $r = 0,09$ ) observado entre P e rendimento de grãos (Tabela 1), possivelmente está relacionado com o elevado percentual de amostras com teores acima do nível crítico (Raij, 1983 e Tisdale *et al.*, 1993).

## Cobre, Manganês e Zinco

O Zn, dos micronutrientes analisados, foi o único que apresentou teores abaixo da faixa considerada suficiente [classe de teor médio, conforme Quadro 1 (p. 37)] com 18,5% das lavouras amostradas situadas nessa faixa. Por sua vez, para Cu e Mn não foram observadas lavouras em nível abaixo da faixa de suficiência, indicando adequado suprimento dos mesmos pelos solos, conforme valores padrões relacionados no Quadro 1 (p.36). Os coeficientes de correlação entre o rendimento de grãos e os teores de Cu ( $r = 0,02$ ), Mn ( $r = 0,24^*$ ) e Zn ( $r = 0,25^*$ ), embora significativos para os casos do Mn e Zn, foram baixos, indicando uma fraca relação entre as variáveis correlacionadas, o que possivelmente deveu-se aos elevados percentuais de amostras com teores dos nutrientes acima dos respectivos níveis críticos (Raij, 1983 e Tisdale *et al.*, 1993).

## Saturação de Ca e de Al na camada de 20 - 40 cm

De acordo com EMBRAPA Agropecuária Oeste (2000b) recomenda-se aplicar gesso quando a saturação de Al (m%) for maior do que 20% e/ou quando a saturação de Ca, na capacidade de troca de cátions efetiva, for menor que 60% nas camadas sub-superficiais. Com base nesse raciocínio pode-se observar na Tabela 4 que justificar-se-ia aplicar o gesso em 9,2% das áreas amostradas, no caso de se desejar diminuir o teor de Al. Por outro lado,

quando o objetivo for elevar o teor de Ca, em 16,1% das áreas amostradas, poderia ser adotadas tal prática. Em situações em que essas limitações ocorrem, o aprofundamento do sistema radicular das espécies mais sensíveis é reduzido tomando-as mais susceptíveis à deficiências hídricas provocadas por veranicos durante o seu desenvolvimento (Sousa e Lobato, 1996, Sousa *et al.*, 1995 e EMBRAPA Agropecuária Oeste, 2000b), o que pode resultar em reduções no rendimento.

Portanto, com base no critério das faixas de concentração, a ordem decrescente de limitação na disponibilidade de nutrientes no solo, na camada de 0 - 20 cm, foi:  $Zn > K > P > Ca+Mg$ , respectivamente com 18,5, 12,6, 10,3 e 1,1% de amostras com teores abaixo da faixa de suficiência. A presença de Al em níveis prejudiciais, bem como de teores inadequados de Ca nas camadas mais profundas do solo, também devem ser considerados como importantes limitações a serem corrigidas por meio do manejo químico dos solos da Região Sul do Mato Grosso do Sul.

#### Balanço de P e de K na camada de 0 - 20 cm

Na Tabela 5 relaciona-se a frequência de ocorrência de amostras, em classes de teores de P e K, com a relação à faixa de suficiência de cada nutriente mostrada na Quadro 1 (p. 37). Quando se considerou o P as amostras foram agrupadas conforme o teor de argila. Pode ser observado que elevado percentual de amostras apresentou teores iguais ou superiores aos da faixa de suficiência, sendo menor esse percentual nas amostras correspondentes à classe de textura média. Expressivo percentual de amostras para teores de P 83,7 e 75,0%, respectivamente, para as classes de solo de texturas muito argilosa e média, e para teores de K (65,5%), apresentaram teores que se enquadraram nas classes de teores  $\geq$  duas vezes a faixa de suficiência. Para o P, na classe de textura muito argilosa, 83,7% representam 47,2% do total de amostras analisadas. Esses valores são indicativos de que é possível, com base em trabalho de monitoramento da fertilidade, que se possa em muitas lavouras amostradas, reduzir ou mesmo eliminar a adubação fosfatada e/ou potássica em situações onde a relação custo/benefício seja baixa.

Na Tabela 6 demonstra-se um balanço realizado considerando como disponível a quantidade de P e K que excede a quantidade crítica na camada de 0 - 20 cm. Em seguida são descritos os balanços entre a quantidade disponível e a exportada pelos grãos, entre a quantidade aplicada e a exportada pela colheita e, finalmente, entre a quantidade disponível acrescida da aplicada e da exportada.

TABELA 5 - Distribuição em classes de frequência de teores de P e K determinados em amostras de solo da camada de 0 - 20 cm, coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, em lavouras de soja, variedade CD 202, em relação à faixa de suficiência, Dourados, MS, 2000/2001

Variável	Classe					
	< FS <sup>(1)</sup>	≥ FS	≥ 2 FS	≥ 4 FS	≥ 8 FS	≥ 10 FS
	%					
P <sup>(2)</sup>	2,0	98,0	83,7	57,1	18,4	12,2
P <sup>(3)</sup>	17,6	82,3	23,5	6,0	0,0	0,0
P <sup>(4)</sup>	46,1	53,8	7,7	0,0	0,0	0,0
P <sup>(5)</sup>	0,0	100,0	75,0	25,0	0,0	0,0
K	12,6	87,4	65,5	35,6	2,3	0,0

<sup>(1)</sup> FS = faixa de suficiência

<sup>(2)</sup> teor de argila ≥ 610 g.kg<sup>-1</sup>

<sup>(3)</sup> teor de argila de 410 a 600 g.kg<sup>-1</sup>

<sup>(4)</sup> argila 210 a 400 g.kg<sup>-1</sup>

<sup>(5)</sup> argila < 210 g.kg<sup>-1</sup>

Na mesma tabela é demonstrado um estudo considerando tempo, em número de safras de soja, possível de ser realizado sem a aplicação de P e K, com base na quantidade de cada nutriente disponível acrescido da aplicada menos a exportada, na safra 2000/2001, e o rendimento de grãos obtido em cada local. Pode-se ver que 87% das amostras encontram-se com o teor de P acima da faixa de suficiência e 13% abaixo. Situação similar observou-se para K em relação à quantidade disponível. Quando se considera o balanço entre a quantidade de P disponível e a exportada pelos grãos observa-se que 68% das amostras apresentam um balanço negativo, ou seja, a quantidade disponível ficaria abaixo da quantidade crítica enquanto 32% teria um balanço positivo. Para K a situação se inverte, ou seja, 71% das amostras têm um balanço positivo e 29% negativo. Para o balanço entre as quantidades de P e K aplicadas e a quantidade dos nutrientes exportadas observou-se, respectivamente, que em 82% e 22% das amostras os balanços foram positivos, ou seja, as quantidades aplicadas foram superiores às exportadas. Finalmente, quando se considera o balanço entre a quantidade disponível no solo acrescida da aplicada e da quantidade exportada observou-se que em 92% e 83% das amostras os balanços, respectivamente, para P e para K são positivos, enquanto que 6% e 17% das amostras apresentam balanços negativos para os mesmos nutrientes.

Esses resultados demonstram que em um pequeno número de lavouras amostradas ocorreu empobrecimento do solo, com os teores dos dois nutrientes sendo reduzidos a valores abaixo das respectivas faixas de suficiência. Portanto, houve efeito negativo sobre a sustentabilidade desses solos, indicando a necessidade de, nas safras que se sucederem, serem aplicadas quantidades de P e de K superiores às quantidades a serem exportadas,



**TABELA 6 - Balanço da quantidade de P e K no solo considerando as quantidades disponível (sem adubação), aplicada e exportada pela soja, variedade CD 202, e a capacidade de produção de soja considerando o residual de P e K no solo, em amostras de solo coletadas na camada de 0 - 20 cm, em áreas do Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001**

		Nutriente							
		P				K			
		disp <sup>(1)</sup>	disp - exp <sup>(2)</sup>	aplic - exp <sup>(3)</sup>	(disp+aplic) - exp <sup>(4)</sup>	disp <sup>(1)</sup>	disp - exp <sup>(2)</sup>	aplic - exp <sup>(3)</sup>	(disp+aplic) - exp <sup>(4)</sup>
		%				%			
Balanço	+	87	32	82	92	87	71	22	83
	-	13	68	16	6	13	29	78	17
	nulo	0	0	2	2	0	0	0	0
		individual		acumulada		individual		acumulada	
		%		%		%		%	
Tempo	< 1		39		100		29		100
sem	1		35		61		11		71
aplicação	2		13		26		10		60
(anos) <sup>(5)</sup>	3		2		13		15		50
	4		6		11		2		35
	5		2		5		5		33
	6		1		3		7		28
	7		1		2		7		21
	8		0		0		5		14
	9		0		0		6		9
	≥10		1		1		3		3

<sup>(1)</sup> quant = quantidade disponível visando manter o teor igual ao nível crítico

<sup>(2)</sup> disp - exp = balanço entre a quantidade disponível e a exportada pelos grãos considerando a produtividade de cada local

<sup>(3)</sup> aplic - exp = balanço entre a quantidade aplicada e a exportada

<sup>(4)</sup> (disp + aplic) - exp = balanço entre a quantidade disponível + aplicada e a exportada pelos grãos

<sup>(5)</sup> considerando o balanço do item (4) e a produtividade de cada local

com o objetivo de atingir as faixas de suficiência para os teores críticos dos nutrientes no solo, alcançando ou recuperando a sua sustentabilidade. Cabe lembrar que outras fontes potenciais de retirada de nutrientes do sistema solo-planta, como erosão e lixiviação, caso do K, podem contribuir para mudanças nos valores estimados.

Observa-se ainda que, com relação ao tempo em que a soja poderia ser cultivada mantendo-se os teores de P e K iguais ou superiores à faixa de suficiência, 61% das áreas amostradas poderiam ser cultivadas com soja sem adubação fosfatada por um ano. Por outro lado 71% das lavouras amostradas poderiam ser cultivadas sem adubação potássica pelo mesmo período.

Embora esse balanço "contábil" indique a existência de áreas com excesso de K, esse fato pode ser desejável em situações onde a distribuição de chuvas é irregular. O baixo conteúdo de umidade no solo, faz com que as películas de água, ao redor das partículas sejam mais finas e descontínuas, resultando em um caminho mais tortuoso para a difusão do nutriente para as raízes. Por isso, o aumento no teor de K no solo tornaria mais rápida a sua difusão, o que explica a resposta do milho à aplicação do nutriente em solos com altos teores do mesmo, no estado de Illinois, EUA (Tisdale *et al.*, 1993).

As quantidades de nutrientes exportadas pelos grãos foram calculadas a partir de resultados médios de quantidades de nutrientes estimados com base em amostras coletadas na região Sul do Mato Grosso do Sul e apresentados no Anexo 11. A amplitude entre as quantidades de nutrientes mínimas e máximas e as diferenças entre os valores médios de quantidades de nutrientes observadas no trabalho e os encontrados na literatura sugerem a necessidade de se obter valores locais para a estimativa das quantidades de nutrientes exportadas por intermédio dos grãos. Dessa forma pode-se estimar com maior fidelidade as quantidades de fertilizantes a serem aplicados para a reposição dos nutrientes exportados pelos grãos.

#### 4.2 RESULTADOS ANALÍTICOS DAS AMOSTRAS DE FOLHAS

Na Tabela 7 são relatados os valores mínimos, máximos, médios e os coeficientes de variação para os teores foliares de nutrientes. Os coeficientes de variação mais elevados foram observados para os teores de Zn (51,0%), Mn (43,6%), Fe (40,4%) e Cu (36,8%). A amplitude entre os valores mínimos e máximos observados nos teores dos nutrientes nas amostras foliares analisadas pode ser atribuída às diversidades das características e das estratégias de manejo a que os solos dos locais de coleta foram submetidos.

**TABELA 7 - Valores mínimos, máximos, médios e coeficientes de variação (CV) para teores foliares de nutrientes em soja, variedade CD 202, observados em amostras coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001**

Variável	Valor			CV (%)
	Médio	Mínimo	Máximo	
N (g.kg <sup>-1</sup> )	37,0	26,9	49,7	13,1
P (g.kg <sup>-1</sup> )	2,7	1,2	3,9	20,8
K (g.kg <sup>-1</sup> )	22,3	12,0	29,0	17,7
Ca (g.kg <sup>-1</sup> )	11,4	4,4	18,0	22,3
Mg (g.kg <sup>-1</sup> )	3,8	2,3	6,0	19,2
S (g.kg <sup>-1</sup> )	2,5	1,4	4,3	18,8
B (mg.kg <sup>-1</sup> )	40,2	23,8	59,7	15,1
Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	9,8	2,6	17,2	36,8
Fe (mg.kg <sup>-1</sup> )	84,3	30,9	240,8	40,4
Mn (mg.kg <sup>-1</sup> )	65,9	19,0	170,0	43,4
Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	60,3	21,0	184,5	51,3

Na Tabela 8 são relacionadas as frequências relativas dos teores foliares distribuídos nas diferentes classes interpretativas. Nessa tabela observa-se que o N destacou-se como o nutriente mais limitante com 93,1% das amostras com teores abaixo da faixa de suficiência, seguido por Cu (49,4%), P (36,7%), Fe (16,1%), S (14,9%), K (13,7%), Mn (2,3%) e Mg (1,1%). Não se detectou amostras com teores na classe baixa para os nutrientes Ca, B e Zn.

Portanto a ordem de limitação nutricional, por deficiência, observada, com base na diagnose foliar pelo critério das faixas de suficiência foi, em ordem decrescente de limitação: N > Cu > P > Fe > S > K > Mn > Mg. Por sua vez, a ordem de limitação observada nas mesmas lavouras, com base na diagnose feita utilizando-se amostras de solo foi: Zn > K > P > Ca + Mg. Nota-se, portanto, que não houve concordância entre a diagnose feita com base nas análises de solo e de folha. Segundo Cottenie (1980) um estreito relacionamento entre o teor de um nutriente no solo e na planta raramente se verifica, uma vez que o teor de nutriente na planta é o efeito resultante de diversos fatores agindo simultaneamente sobre a mesma e nem sempre estes são favoráveis.

Conforme ressaltado por Rajj (1991) a diagnose foliar não deve ser considerada como um método alternativo à análise de solo, uma vez que os teores foliares de nutrientes, em geral, não apresentam boa correlação com os teores disponíveis no solo, em decorrência da influência de outros fatores sobre a absorção dos mesmos pelas plantas como o teor de água no solo, a aeração, a compactação, a acidez, a incidência de moléstias

TABELA 8 - Distribuição da frequência em classes de concentrações de nutrientes determinadas em amostras foliares de plantas de soja, variedade CD 202, coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001

Nutriente	Classe de interpretação (%)			Total
	Baixo	Suficiente ou médio	Alto	
N	93,1	6,9	0,0	100
Cu	49,4	50,6	0,0	100
P	36,7	63,2	0,0	100
Fe	16,1	83,9	0,0	100
S	14,9	83,9	1,1	100
K	13,7	70,1	16,1	100
Mn	2,3	87,4	10,3	100
Mg	1,1	98,9	0,0	100
Ca	0,0	100,0	0,0	100
B	0,0	98,9	1,1	100
Zn	0,0	46,0	54,0	100

Fonte: Peck, 1979

além de reações como antagonismo e sinergismo entre nutrientes. Desse modo, a análise foliar deve ser encarada como uma técnica complementar à análise de solo no diagnóstico do estado nutricional de plantas.

#### Teores foliares de N

A elevada percentagem de amostras com teores de N baixo (Tabela 8), conforme a interpretação feita com base no critério das faixas de suficiência pode ser devido a condições edafoclimáticas, de manejo e genéticas, dos locais onde os valores padrão foram obtidos, uma vez que esses fatores interferem na absorção de nutrientes pelas plantas (Bataglia *et al.*, 1996, Lopes e Carvalho, 1991, Fageria, 1989, Malavolta e Malavolta, 1989; Mascarenhas *et al.*, 1980, Keogh *et al.*, 1972, Hanway e Weber, 1971, Henderson e Kamprath, 1970, Ohlrogge e Kamprath, 1968). Hallmark *et al.* (1990) relatam como valores médios para o teor de N 49,3 g.kg<sup>-1</sup>, teor observado em amostras foliares coletadas em lavouras de soja no Sudoeste dos EUA, valor 33% maior que o valor médio observado, (Tabela 7).

Tisdale *et al.* (1993) comentam que, em condições de limitado suprimento de N no solo, o nível de nitrato na planta sofre alteração durante o dia, pois o mesmo é acumulado à noite e utilizado durante o dia para a síntese de carboidratos, observando-se portanto,

concentração mais elevada durante a manhã e mais baixa ao final do dia. Steyn<sup>1</sup>, citado por Munson e Nelson (1990), observou em citros e abacaxi que as concentrações de alguns nutrientes variam com a hora da coleta da amostra bem como do nível de insolação, sendo que em citros as mais altas concentrações de N, P, K e Ca, em dia ensolarado, ocorreram entre 10 e 14 horas e as concentrações foram reduzidas com a redução da radiação solar, sendo N e K os nutrientes mais influenciados. Por outro lado, os teores de Zn e Cu foram pouco alterados pelo horário da coleta, em ambas as espécies estudadas. Como não houve padronização quanto ao horário limite para a coleta de amostras foliares, pode-se, eventualmente, ter ocorrido sub-estimação em algumas amostras e em outras super-estimação, embora deva-se considerar que a cultura de soja obtém a maior parte do N por meio do sistema simbiótico entre a planta e o *Bradyrhizobium*, portanto, com pequena dependência do N suprido pelo solo, quando em condições adequadas de estabelecimento e funcionamento do sistema simbiótico.

#### Teores foliares de Cu

O Cu como o segundo nutriente mais limitante (Tabela 8) pode ter seu diagnóstico prejudicado pelo mesmo problema apresentado para o N. A super-estimação dos teores nas faixas de suficiência podem acontecer, uma vez que a totalidade das amostras de solo apresentaram teores de Cu que se enquadraram na classe de teor alto. Segundo Tisdale *et al.* (1993) a concentração normal de Cu em tecidos varia de 5 a 20 mg.kg<sup>-1</sup>, enquanto que para Mengel e Kirkby (1987) a concentração da maioria das plantas varia de 2 a 20 mg.kg<sup>-1</sup>. Para Tisdale *et al.* (1993) deficiências são prováveis quando o teor de Cu for menor que 4 mg.kg<sup>-1</sup>. Portanto, em não ocorrendo fatores restritivos à absorção do Cu pelas plantas, não seria de se esperar que 49,4% das amostras foliares apresentassem teores abaixo da faixa de suficiência. Além disso, nessas áreas amostradas foram aplicadas fontes de fertilizantes contendo Cu (Anexo 4).

#### Teores foliares de P

Com relação ao P, 36,7% das amostras de folhas enquadraram-se na classe de teor baixo (Tabela 8). Pela análise de solo 10,3% das amostras enquadraram-se na classe

---

<sup>1</sup> STEYN, W.J.A. The errors involved in the sampling of citrus and pineapple plants for leaf analysis purposes. In: REUTHER, W. (Ed.). *Plant analysis and fertilizer problems*. Washington, D.C.: American Institute of Biology. Sciences, 1961. p.409-430.

baixa, indicando um potencial de resposta à aplicação do nutriente. Como a aplicação de fertilizantes contendo P foi realizada em 97,6% das áreas amostradas (Anexo 3), as plantas de lavouras que apresentaram teores foliares de P abaixo da faixa de suficiência podem ter sofrido restrições na absorção do P aplicado ou o efeito de doses abaixo do necessário para a adequada nutrição do elemento para as plantas.

#### Teores foliares de S

A existência de lavouras com teores foliares de S abaixo da faixa de suficiência (14,9%), pode ser devido à utilização de adubos formulados com alta concentração de P. Nessas formulações as fontes de P são, principalmente, o superfosfato triplo e fosfatos de amônio, Lopes (1984), portanto a reposição de S não é feita e o contínuo cultivo com a utilização dessas formulações pode levar à redução de sua disponibilidade no solo.

#### Teores foliares de K

Quanto ao K, 13,7% das amostras foliares apresentaram teores que se enquadraram na classe de teor baixo (Tabela 8). Pela análise de solo, 12,6% das amostras de solo apresentaram teor baixo indicando potencial de resposta a sua aplicação. De forma semelhante ao P, em 97,8% das áreas amostradas foi aplicado fertilizante contendo K (Anexo 3), portanto, as amostras que apresentaram teores foliares de K abaixo da faixa de suficiência podem ter sofrido restrições na absorção do nutriente aplicado ou o efeito de doses abaixo do necessário para a adequada nutrição do elemento para as plantas.

Conforme mostrado na Tabela 8, expressivo percentual de amostras de solo apresentou teores de K superiores a duas vezes a faixa de suficiência, refletindo de certa forma na detecção de 16,1% das amostras foliares com teores alto, o que, segundo Bruulsema *et al.* (2000) pode ser benéfico em condições de estresse hídrico, pelo seu efeito osmótico. Ainda segundo o mesmo autor, o que é chamado de consumo de luxo em condições de adequado suprimento hídrico pode favorecer o contínuo desenvolvimento das plantas sob condições de estresse hídrico por deficiência, condição essa que ocorre com certa frequência na região dos cerrados, conforme Silva e Resck (1997), e especificamente na Região Sul do Mato Grosso do Sul (Fietz e Urchei, 2000). Segundo Marschner (1993), em condições de alta flutuação de umidade no solo, concentrações mais elevadas que o nível crítico de nutrientes como P e K podem assegurar maior capacidade de retranslocação dos nutrientes durante períodos de suprimento limitado dos mesmos, provocados por deficiências hídricas.

### Teores foliares de Ca e Mg

Observa-se que 98,9% das amostras de solo apresentaram teores de Ca+Mg enquadrados na classe de interpretação de suficiência (Tabela 4, p. 46). Pode se considerar que não ocorreu restrição na disponibilidade dos mesmos para as plantas, uma vez que 100% e 98,9% das amostras foliares, respectivamente de Ca e Mg, apresentaram teores enquadrados na classe de suficiência.

### Teores foliares de B

Em 70,1% das áreas amostradas (Anexo 4), fontes de fertilizantes contendo B foram aplicadas no plantio da soja, o que juntamente com os teores disponíveis no solo, embora não determinado, possivelmente propiciaram condições para que 98,9% das amostras foliares fossem enquadradas na classe de teor suficiente e 1,1% na classe de teor alto.

### Teores foliares de Mn

Em relação ao Mn não se detectou teores abaixo do suficiente no solo. Contudo, em 2,3% das amostras foliares o teor de Mn foi menor que a faixa de suficiência (Tabela 8). Em uma das áreas em que a análise foliar indicou deficiência de Mn análise do solo apresentou baixo teor de argila ( $180 \text{ g.kg}^{-1}$ ) e o pH (em  $\text{CaCl}_2$ ) 5,6, enquanto a saturação por bases foi de 64%. Conforme Tisdale *et al.* (1993) uma condição de solo comumente associado com a deficiência de Mn, ocorre em solos arenosos com baixo conteúdo em Mn nativo e onde o Mn disponível pode ter sido lixiviado. Barber (1984) menciona que a deficiência de Mn em alguns solos, ocorre quando o pH é elevado para valores acima de 6,2, enquanto que para outros o teor de Mn é adequado em valores de pH de 7,5 ou mesmo superiores, não esclarecendo no entanto, a forma de determinação dos mesmos, se em água ou em solução salina.

### Teores foliares de Zn

Como não se observaram amostras foliares com teores de Zn abaixo da faixa de suficiência, a aplicação do nutriente em formulações comerciais (73,6% das áreas

amostradas - Anexo 4) pode ter suprido adequadamente as plantas uma vez que em 18,5% das áreas amostradas os teores de Zn no solo encontravam-se em níveis abaixo do suficiente.

#### Relações entre teores foliares e rendimento de grãos

Na Tabela 9 são apresentados os coeficientes da correlação linear de Pearson entre os teores foliares de nutrientes e destes com o rendimento de grãos. Conforme pode ser observado, embora a correlação entre os nutrientes analisados e o rendimento de grãos tenha apresentado coeficiente de correlação a 5% de probabilidade para P, K, Mg, B, Mn e Zn, os valores foram baixos indicando fraca relação entre as variáveis correlacionadas. Os coeficientes de correlação entre Mg, B e Mn e o rendimento de grãos foram negativos, podendo indicar excesso nas suas concentrações em algumas amostras. Os baixos coeficientes de correlação entre teores foliares de nutrientes e o rendimento de grãos podem indicar que fatores não nutricionais interferiram nas respostas das plantas relacionadas à produção.

Na Tabela 10 encontram-se os coeficientes da correlação linear de Pearson entre as variáveis determinadas nas amostras de solo, na camada de 0 - 20 cm e nas amostras de folhas. Destaca-se que esses coeficientes medem tendências lineares crescentes ou decrescentes. Assim, o coeficiente de correlação observado entre o K no solo e na folha (0,59\*) indica tendência de aumento na absorção de K pela planta com o aumento do teor no solo. Esse resultado pode estar indicando consumo de luxo de K, pois como mencionado anteriormente, em 87,4% das amostras o teor de K no solo foi maior ou igual ao da faixa de suficiência (Tabela 4) e o teor de K na folha em 16,1% das amostras enquadraram-se nas classes alta e muito alta (Tabela 8).

Os coeficientes de correlação entre P, Ca, Mg e Zn no solo e nas folhas, embora estatisticamente significativos a 5% de probabilidade, apresentaram valores menores que os obtidos para K, indicando ser fraca a relação entre as variáveis. As correlações entre os teores de Cu, Fe e Mn no solo e nas folhas não foram estatisticamente significativas. Esses resultados indicam que o efeito de outros fatores, que não o teor dos nutrientes no solo, tiveram maior impacto sobre a absorção dos nutrientes, confirmando a afirmação de Raij (1991).

Os coeficientes de correlação entre os teores foliares de Mn e Zn com o pH e a saturação por bases são e significativos a 5% de probabilidade. Apesar de baixos, podem indicar tendência de efeitos deletérios de altos valores de pH e de saturação por bases na absorção de ambos os nutrientes.



TABELA 9 - Coeficientes de correlação linear de Pearson (r) entre teores foliares de nutrientes e rendimento de grãos de soja, variedade CD 202, determinadas em amostras coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001

Variável	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
P	0,24 * <sup>(1)</sup>										
K	- 0,10	0,06									
Ca	0,25 *	0,29 *	0,08								
Mg	0,24 *	- 0,01	- 0,36 *	0,45 *							
S	0,15	0,08	- 0,07	0,09	0,16						
B	0,09	0,10	- 0,15	0,01	- 0,01	- 0,07					
Cu	0,14	0,07	0,23 *	0,16	0,08	0,55 *	0,04				
Fe	0,25 *	0,33 *	- 0,04	0,22 *	- 0,12	- 0,09	0,10	- 0,25 *			
Mn	0,01	- 0,11	0,28 *	0,18 *	0,09	- 0,04	0,14	0,11	0,03		
Zn	0,02	0,22 *	0,19 *	0,18	- 0,21 *	0,03	0,09	- 0,01	0,36 *	0,34 *	
Rendimento	0,06	0,23 *	0,19 *	0,11	- 0,26 *	0,01	- 0,22 *	0,05	0,15	- 0,24 *	0,29 *

<sup>(1)</sup> \* = significativo a 5% de probabilidade

TABELA 10 - Coeficientes de correlação linear de Pearson (r) entre variáveis determinadas em amostras de solo da camada de 0-20 cm, variáveis determinadas em amostras foliares e rendimento de grãos de soja, variedade CD 202, coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001

Variáveis da folha	Variáveis do solo									
	pH	V <sup>(1)</sup>	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
N	0,15 <sup>(2)</sup>	0,06	-0,06	- 0,09	- 0,12	- 0,04	- 0,21 *	0,07	- 0,12	- 0,09
P	0,17	0,14	0,20 *	0,17	0,05	- 0,08	0,02	- 0,05	0,05	0,32 *
K	- 0,11	0,05	- 0,03	0,59 *	0,28 *	- 0,07	0,24 *	- 0,32 *	0,50 *	0,35 *
Ca	0,26 *	0,25 *	0,12	0,20 *	0,32 *	0,01	0,28 *	- 0,26 *	0,30 *	0,43 *
Mg	0,18	0,06	0,07	- 0,40 *	- 0,03	0,33 *	0,04	0,15	- 0,32 *	- 0,01
S	0,25 *	0,10	0,07	- 0,08	0,01	0,13	- 0,07	- 0,04	- 0,17	- 0,20 *
B	- 0,21 *	- 0,10	- 0,09	- 0,10	- 0,02	0,09	0,04	- 0,11	0,10	- 0,03
Cu	0,18	0,15	0,01	- 0,14	0,19 *	0,16	0,20 *	- 0,09	0,15	0,01
Fe	0,07	0,10	- 0,07	0,11	0,03	- 0,15	0,03	- 0,10	0,07	0,22 *
Mn	- 0,33 *	- 0,17	- 0,18 *	0,01	- 0,13	- 0,13	0,14	- 0,05	0,17	- 0,05
Zn	- 0,26 *	- 0,10	- 0,07	0,19 *	0,04	- 0,21 *	0,26 *	- 0,08	0,30 *	0,26 *
Rendimento	0,16	0,28 *	0,09	0,26 *	0,25 *	- 0,17	0,02	- 0,05	0,26 *	0,25 *

<sup>(1)</sup> V = percentagem de saturação por bases

<sup>(2)</sup> \* = significativo a 5% de probabilidade

## 4.3 SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO - DRIS

### 4.3.1 Valores de referência para teores foliares de nutrientes

Na Tabela 11 encontram-se valores mínimos, máximos e médios, bem como, os coeficientes de variação e o  $D_{max}$  do teste de Kolmogorov-Smirnov relativos ao rendimento de grãos e teores de nutrientes em folhas de soja Assis *et al.* (1996). Tais valores correspondem a resultados obtidos de lavouras com rendimentos de grãos superiores a 3.500 kg.ha<sup>-1</sup>. Essas lavouras são consideradas como a população de base para a obtenção dos valores de referência do DRIS. São também apresentados os  $D_{max}$  relativos ao banco de dados global. Observa-se que os dados de rendimento de grãos e teores foliares de nutrientes em soja apresentaram-se normalmente distribuídos na população de referência (rendimento maior do que 3.500 kg.ha<sup>-1</sup>) e de baixo rendimento (Anexo 15) e que apenas os teores de K e Zn, na população global de amostras, não seguiram a distribuição normal. A normalidade na distribuição dos dados é um requisito para o desenvolvimento do DRIS (Beaufils, 1973 e Malavolta *et al.*, 1989) e conforme Walworth e Sumner (1987), a divisão da população de dados global em sub-populações de alto e baixo rendimento constitui-se numa estratégia para normalizar a distribuição dos dados. A estratégia sugerida por Walworth e Sumner (1987) foi eficiente para a normalização na distribuição dos dados.

São apresentados na Tabela 12 os teores médios e os coeficientes de variação dos teores foliares dos nutrientes analisados, bem como os valores foliares de referência para o DRIS obtidos neste trabalho e aqueles obtidos por Beverly *et al.* (1986), Hallmark *et al.* (1990) e por Leandro (1998), para diferentes populações. A comparação, pelo teste de t, entre os valores de referência obtidos neste trabalho com aqueles obtidos por Leandro (1998), mostra que das 45 relações nutricionais que foram coincidentes 39 delas apresentaram diferenças estatísticas a 5% de probabilidade. Com relação aos valores de referência publicados por Beverly *et al.* (1986) de 21 relações coincidentes com as relações obtidas neste trabalho 15 delas foram significativamente diferentes. A comparação com os valores de referência citados por Hallmark *et al.* (1990) também mostra relações nutricionais estatisticamente diferentes.

Os teores médios de K e Fe da sub-população de referência desse trabalho e aquelas obtidas por Leandro (1998) apresentaram diferenças estatísticas significativas a 5% de probabilidade (Tabela 12). Os elevados valores dos teores médios de K (31,1 g.kg<sup>-1</sup>) e Fe (268,7 mg.kg<sup>-1</sup>), obtidos por Leandro (1998), são, segundo o autor, resultados de elevadas doses de K aplicadas nas glebas mais produtivas e de elevados teores de Fe encontrados nos solos da região estudada, em função da riqueza do material de origem de seus solos.

TABELA 11 - Valores mínimos, máximos, médios, coeficientes de variação (CV-%) e  $D_{\max}$  para rendimento de grãos e teores de nutrientes em folhas de soja, variedade CD 202, de lavouras com rendimento de grãos superiores a 3.500 kg.ha<sup>-1</sup> e  $D_{\max}$  para o banco de dados geral, para as mesmas variáveis, em amostras coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001

Variável	Valor			CV	$D_{\max}^{(1)}$	$D_{\max}^{(2)}$
	Mínimo	Máximo	Média			
Rendimento (kg.ha <sup>-1</sup> )	3.502	5.582	4.302	10,8	0,05 <sup>(3)</sup>	0,06 <sup>(3)</sup>
N (g.kg <sup>-1</sup> )	26,9	49,7	37,0	12,9	0,07	0,07
P (g.kg <sup>-1</sup> )	1,2	3,7	2,7	19,0	0,06	0,07
K (g.kg <sup>-1</sup> )	12,0	29,0	22,0	17,2	0,17 *	0,15
Ca (g.kg <sup>-1</sup> )	4,4	18,0	11,3	23,1	0,12	0,12
Mg (g.kg <sup>-1</sup> )	2,3	6,0	3,8	20,2	0,12	0,11
S (g.kg <sup>-1</sup> )	1,4	4,3	2,5	19,4	0,07	0,09
B (mg.kg <sup>-1</sup> )	23,8	52,1	39,3	14,4	0,10	0,10
Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	2,6	17,2	9,8	37,5	0,12	0,12
Fe (mg.kg <sup>-1</sup> )	30,9	240,8	82,2	41,4	0,09	0,09
Mn (mg.kg <sup>-1</sup> )	19,0	149,1	62,6	40,5	0,10	0,09
Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	21,0	184,5	62,8	52,4	0,16 *	0,16

<sup>(1) e (2)</sup> para o banco de dados global e para a sub-população de alta produtividade, respectivamente

<sup>(3)</sup> \* = significativo a 5% de probabilidade

Os altos teores foliares de K e Fe, observados por Leandro (1998) podem superestimar os valores de referência das relações nutricionais em que K ou Fe estiverem no numerador na relação nutricional e subestimar quando os nutrientes estiverem no denominador da relação, resultando em erros de interpretação pelo DRIS. Os teores médios de N citados por Hallmark *et al.* (1990), observados nos EUA, nas três bases de dados foram estatisticamente superiores aos observados neste trabalho. Da mesma forma que os teores foliares de K e de Fe, da população de referência de Leandro (1998), os elevados valores de N mencionados por Hallmark *et al.* (1990), podem super-estimar ou sub-estimar os valores de referência do DRIS, dependendo da posição do nutriente na relação nutricional.

Vários fatores podem influenciar a concentração de nutrientes na planta e portanto nos valores de referência do DRIS, a saber: idade da planta; idade e parte da planta amostrada; clima (temperatura, quantidade e distribuição das chuvas, duração do dia e da noite e horário de coleta da amostra); fatores edáficos; incidência de moléstias e pragas; e práticas culturais (Bataglia *et al.*, 1996, Lopes e Carvalho, 1991, Fageria, 1989, Malavolta e Malavolta, 1989, Mascarenhas *et al.*, 1980, Keogh *et al.*, 1972, Hanway e Weber, 1971, Henderson e Kamprath, 1970 e Ohlrogge e Kamprath, 1968).

Além dos fatores mencionados anteriormente, a variedade amostrada pode ter efeito sobre a concentração de nutrientes na folha, conforme Keogh *et al.* (1972) e Mascarenhas *et al.* (1980), o que pode provocar alterações dos valores de referência do DRIS. Leandro

TABELA 12 - Teor médio de nutrientes da população de referência e valores foliares de referência (média e coeficiente de variação) para o cálculos dos índices do DRIS desenvolvidos neste trabalho e comparação desses, pelo teste de t, com os desenvolvidos por Leandro (1998); Beverly *et al.* (1986) e Hallmark *et al.* (1990), resultados obtidos em amostras coletadas em lavouras cultivadas com a variedade CD 202, na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001

Variável	Média <sup>(3)</sup>	CV (%) <sup>(4)</sup>	Teste t <sup>(1)(2)</sup>					
			Leandro (1998) <sup>(4)</sup>	Beverly <i>et al.</i> (1986) <sup>(5)</sup>	Hallmark <i>et al.</i> (1990) <sup>(6)</sup>	Hallmark <i>et al.</i> (1990) <sup>(6)</sup>	Hallmark <i>et al.</i> (1990) <sup>(6)</sup>	Hallmark <i>et al.</i> (1990) <sup>(6)</sup>
N (g.kg <sup>-1</sup> )	37,00	12,9	39,30 *		49,10 *	48,50 *	49,30 *	
P (g.kg <sup>-1</sup> )	2,70	19,0	2,90		3,29 *	3,35 *	3,26	
K (g.kg <sup>-1</sup> )	22,40	17,7	31,10 *		19,70 *	19,70 *	19,60 *	
Ca (g.kg <sup>-1</sup> )	11,50	23,1	8,10 *		10,90	13,30 *	9,38 *	
Mg (g.kg <sup>-1</sup> )	3,80	20,2	4,70 *		3,32	3,85	2,98 *	
S (g.kg <sup>-1</sup> )	2,50	19,4	1,80 *					
B (mg.kg <sup>-1</sup> )	39,40	14,4						
Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	9,80	37,5	10,27					
Fe (mg.kg <sup>-1</sup> )	82,20	41,4	268,74 *					
Mn (mg.kg <sup>-1</sup> )	62,60	40,5	39,15 *					
Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	62,80	52,4	38,89 *					
N/P	13,90	21,7	14,15	15,20 *	15,20 *	14,90 *	15,30 *	
K/N	0,62	22,9	0,82 *					
N/Ca	3,36	25,2	5,66 *	5,00 *	5,00	3,98 *	5,44 *	
N/Mg	9,98	20,5	10,94					
N/S	15,22	20,1	22,48 *					
B/N	1,08	18,4		6,99 *				
Cu/N	0,27	39,3	2,64 *					
Fe/N	2,23	39,6	69,05 *	29,40 *				
Mn/N	1,71	39,6	10,23 *	15,20 *				
N/Zn	0,72	44,2	0,10 *					
K/P	8,51	31,1	11,31 *					
Ca/P	4,31	26,6	2,95					

Continua

TABELA 12 - Continuação

Variável	Média <sup>(3)</sup>	CV (%) <sup>(4)</sup>	Teste t <sup>(1)(2)</sup>							
			Leandro (1998) <sup>(4)</sup>	Beverly <i>et al.</i> (1986) <sup>(5)</sup>	Hallmark (1990) <sup>(6)</sup>	<i>et al.</i>	Hallmark (1990) <sup>(6)</sup>	<i>et al.</i>	Hallmark (1990) <sup>(6)</sup>	<i>et al.</i>
Mg/P	1,45	30,9	1,70 *							
S/P	0,95	49,4	0,64 *							
B/P	14,86	25,4		113,00 *						
Cu/P	3,74	49,4	37,25 *							
Fe/P	30,29	37,9	990,02 *	439,00 *						
Mn/P	23,90	48,8	142,32 *	232,00 *						
P/Zn	0,05	42,1	0,01 *							
K/Ca	2,05	32,9	4,19 *	2,01	2,01		1,74 *		2,18 *	
K/Mg	6,17	30,1	7,90							
K/S	9,29	27,0	17,85 *							
B/K	1,83	27,5								
Cu/K	0,45	37,4	3,51 *							
Fe/K	3,82	45,3	95,13 *	75,30 *						
Mn/K	2,82	39,5	13,48 *							
K/Zn	0,43	44,6	0,08 *							
Mg/Ca	0,34	23,9	0,57 *	0,32	0,322		0,315		0,326	
Ca/S	4,75	29,7	4,56							
B/Ca	3,61	31,4		39,04						
Cu/Ca	0,88	41,9	15,33 *							
Fe/Ca	7,37	46,6	401,12 *	144,00 *						
Ca/Mn	0,21	45,4	0,02 *							
Ca/Zn	0,22	37,4	0,02 *							
Mg/S	1,57	24,4	2,63 *							
B/Mg	10,75	26,8		117,00 *						
Mg/Cu	0,46	46,7	0,06 *	0,0489						
Fe/Mg	22,42	44,3	792,55 *	447,00 *						

Continua

TABELA 12 - Continuação

Variável	Média <sup>(3)</sup>	CV (%) <sup>(4)</sup>	Teste t <sup>(1)(2)</sup>					
			Leandro (1998) <sup>(4)</sup>	Beverly <i>et al.</i> (1986) <sup>(5)</sup>	Hallmark <i>et al.</i> (1990) <sup>(6)</sup>	Hallmark <i>et al.</i> (1990) <sup>(6)</sup>	Hallmark <i>et al.</i> (1990) <sup>(6)</sup>	Hallmark <i>et al.</i> (1990) <sup>(6)</sup>
Mn/Mg	16,97	44,2	100,93 *	229,00 *				
Mg/Zn	0,08	51,0	0,01 *					
B/S	16,34	24,6						
Cu/S	3,89	31,1	59,62 *					
Fe/S	34,27	45,9	1559,27 *					
Mn/S	25,90	45,3	221,90 *					
S/Zn	0,05	43,3	0,0045 *					
B/Cu	4,78	50,0		5,39				
B/Fe	0,56	43,2						
Mn/B	1,61	40,2		2,30 *				
B/Zn	0,76	43,2						
Fe/Cu	10,43	68,5	29,88 *	20,30 *				
Mn/Cu	7,51	69,6	4,57 *					
Cu/Zn	0,19	54,5	0,27 *					
Mn/Fe	0,88	57,9	0,18 *	0,536				
Fe/Zn	1,48	45,4	7,02 *					
Mn/Zn	1,14	50,0	1,03					

<sup>(1)</sup> teste de t para médias sendo: \* = significativo a 5% de probabilidade

<sup>(2)</sup> a ausência de valores para o teste de t é consequência de falta dos mesmos nas publicações

<sup>(3)</sup> valores obtidos neste trabalho

<sup>(4)</sup> Leandro (1998)

<sup>(5)</sup> Beverly *et al.* (1986)

<sup>(6)</sup> Hallmark *et al.* (1990), com as observações coletadas nos Estados Unidos da América, sendo 453 observações do Meio-Oeste e Sudoeste dos Estados Unidos; 137 do Meio-Oeste e 313 do Sudoeste, respectivamente

(1998) coletou amostras de folhas em lavouras da variedade Cristalina, enquanto neste trabalho a coleta foi realizada em lavouras da variedade CD 202.

O rendimento de grãos como ponto de divisão da população de amostras também pode constituir-se num fator de diferenciação dos valores de referência do DRIS. Os valores de referência de Beverly *et al.* (1986) foram obtidos a partir de amostras com rendimento igual ou superior a 3.500 kg.ha<sup>-1</sup>, enquanto os de Hallmark *et al.* (1990) foram estabelecidos para rendimentos de 3.500 a 3.700 kg.ha<sup>-1</sup> e os de Leandro (1998) foram para glebas com rendimento igual ou superior a 3.000 kg.ha<sup>-1</sup>, enquanto nesse trabalho foram de amostras com rendimento superior a 3.500 kg.ha<sup>-1</sup>.

Mais importante que as diferenças observadas entre os valores de referência estabelecidos sob diferentes condições edáficas é a interpretação dos índices de diagnose do DRIS de cada nutriente sob análise. Conforme pode ser observado na Tabela 13 o diagnóstico realizado em amostras de lavouras com rendimentos inferiores a 3.500 kg.ha<sup>-1</sup> coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, feitos com base nos valores de referência obtidos por Leandro (1998) em trabalho realizado na Região de Rio Verde, GO, e os desse trabalho mostram resultados distintos.

Esses resultados demonstram que os índices de diagnose do DRIS, calculados a partir de valores de referência obtidos em condições edafoclimáticas, de manejo e outros fatores diferentes daquelas de uma determinada amostra sob diagnose, podem apresentar valores diferentes para os índices de diagnose e portanto o diagnóstico poderá ser errôneo, reforçando a necessidade de se obter valores de referência regionalizados e particularizados para os fatores que o influenciam e por consequência a diagnose (Beaufils, 1973, Escano, *et al.*, 1981, Beverly *et al.*, 1986, Amundson e Kohler, 1987, Dara *et al.*, 1992, Goh e Malakouti, 1992, Wortmann *et al.*, 1992 e Leandro, 1998).

#### 4.3.2 Cálculo e interpretação dos índices de diagnose do DRIS

Com base nos valores de referência obtidos nesse trabalho, estimou-se os índices de diagnose do DRIS para todas as amostras foliares. Os índices de diagnose do DRIS estimados para os nutrientes analisados são mostrados na Tabela 14 em ordem crescente de rendimento de grãos.

Observa-se pela Tabela 14 que até mesmo em amostras coletadas em lavouras de alta produtividade foram obtidos índices de diagnose com valores negativos o que indicaria a deficiência para os nutrientes correspondentes a esses índices, os quais seriam interpretados falsamente como deficientes. O índice de diagnose do DRIS permite hierarquizar a importância da limitação para cada nutriente analisado em uma amostra.



TABELA 13 - Índices de diagnose do DRIS calculados com base nos valores de referências desse trabalho e os calculados com base nos valores de referência obtidos por Leandro (1998) em amostras coletadas em lavouras de soja, variedade CD 202, com rendimento de grãos até 3.500 kg.ha<sup>-1</sup> na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001

Parcela	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	IBN	Ordem de limitação
Índices calculados com base nos valores de referência obtidos neste trabalho												
2	-40	-23	-3	20	4	-66	-38	-10	156	1	362	S>N>Cu>P>Fe>K>Zn>Mg>Ca>Mn
25	52	39	-5	40	46	58	15	16	-106	-155	531	Zn>Mn>K>Cu>Fe>P>Ca>Mg>N>S
32	21	-6	-15	-6	47	3	-36	-27	25	-6	192	Cu>Fe>K>P=Ca=Zn>S>N>Mn>Mg
90	-24	-109	39	1	39	-24	28	-39	103	-13	419	P>Fe>N=S>Zn>Ca>Cu>K=Mg>Mn
67	-14	46	-2	-26	-21	-3	-117	100	68	-31	428	Cu>Zn>Ca>Mg>N>S>K>P>Mn>Fe
91	8	-152	6	25	26	3	13	-37	111	-4	386	P>Fe>Zn>S>K>N>Cu>Ca=Mg>Mn
107	6	-7	-57	3	37	12	0	0	7	0	128	K>P>Cu=Fe=Zn>N>Ca>Mn>S>Mg
58	-30	-7	6	8	-9	44	-11	0	0	0	115	N>Cu>Mg>P>Fe=Mn=Zn>K>Ca>S
109	-6	-59	17	-30	73	6	-6	-82	107	-19	405	Fe>P>Ca>Zn>N=Cu>S>K>Mg>Mn
114	50	33	41	26	30	33	-72	30	-157	-13	484	Mn>Cu>Zn>Ca>Mg>Fe>P=S>K>N
17	-10	30	-61	-7	10	5	47	0	0	-14	184	K>Zn>N>Ca>Fe=Mn>S>Mg>P>Cu
57	14	39	0	-36	-17	-10	0	0	11	0	127	Ca>Mg>S>K=Cu=Fe=Zn>Mn>N>P
6	17	-19	-33	-16	-10	3	8	-39	102	-12	258	Fe>K>P>Ca>Zn>Mg>S>Cu>N>Mn
85	1	-36	10	-6	0	7	0	32	0	-8	100	P>Zn>Ca>N>Mg=Cu=Mn>S>K>Fe
Índices calculados com base nos valores de referência obtidos por Leandro (1998)												
2	137	113	86	200	66	140	-278	-382	1	-83	1486	Fe>Cu>Zn>Mn>Mg>K>P>N>S>Ca
25	287	202	90	259	123	410	-188	-461	-279	-444	2744	Fe>Zn>Mn>Cu>K>Mg>P>Ca>N>S
32	247	151	96	209	119	268	-303	-581	-53	-154	2182	Fe>Cu>Zn>Mn>K>Mg>P>Ca>N>S
90	165	63	129	202	108	222	-120	-602	-13	-155	1779	Fe>Zn>Cu>Mn>P>Mg>K>N>Ca>S
67	169	157	83	134	29	200	-400	-176	-46	-168	1581	Cu>Fe>Zn>Mn>K>Mg>Ca>N>P>S
91	180	47	106	239	105	241	-145	-607	-10	-157	1837	Fe>Zn>Cu>Mn>P>K>Mg>N>Ca>S
107	178	117	39	174	99	244	-213	-427	-90	-121	1701	Fe>Zn>Cu>Mn>K>Mg>P>Ca>N>S
58	137	121	96	202	66	322	-242	-442	-101	-159	1888	Fe>Cu>Zn>Mn>Mg>K>P>N>Ca>S
109	212	111	141	202	150	307	-195	-756	-6	-164	2245	Fe>Cu>Zn>Mn>P>K>Mg>Ca>N>S
114	272	195	138	217	98	297	-357	-346	-314	-201	2433	Cu>Fe>Mn>Zn>Mg>K>P>Ca>N>S
17	147	167	38	165	82	245	-114	-445	-108	-177	1688	Fe>Zn>Cu=Mn>K>Mg>N>Ca>P>S
57	154	159	71	108	19	164	-164	-327	-71	-112	1348	Fe>Cu>Zn>Mn>Mg>K>Ca>N>P>S
6	208	117	73	191	92	274	-134	-656	-14	-152	1911	Fe>Zn>Cu>Mn>K>Mg>P>Ca>N>S
85	142	72	93	125	27	218	-157	-240	-111	-170	1411	Fe>Zn>Cu>Mn>Mg>P>K>Ca>N>S

Um índice de diagnose com valor negativo indica limitação do nutriente em relação aos demais, valores positivos indicam não limitação e quanto mais estes se aproximarem de zero maior será o equilíbrio nutricional da planta (Beaufils, 1973 e Walworth e Sumner, 1987). Falsas deficiências, em trabalhos com soja, também foram observadas por Hallmark *et al.* (1987) e por Leandro (1998). Como os índices de diagnose são relativos, ocorre a tendência desses diagnosticarem deficiência em amostras de plantas de elevado rendimento, para as quais não há limitação nutricional, conduzindo a falsos diagnósticos de deficiência (Sumner, 1990). Teoricamente, em plantas com adequado equilíbrio nutricional, todos os índices de diagnose seriam iguais a zero e as produções seriam elevadas, o que pode não ocorrer, segundo Beaufils (1973), por que um fator não nutricional pode estar limitando a produção. Como pode ser observado na Tabela 11, a interpretação dos teores mínimos dos nutrientes observados na população de referência, pelo critério das faixas de concentração também diagnosticaram amostras com deficiências nutricionais.

Com base nas informações contidas do Tabela 14 hierquizou-se a importância dos nutrientes de acordo com os índices de diagnose do DRIS, considerando como mais importante ou mais limitante, o nutriente cujo índice de diagnose foi o de menor valor e, como de menor importância o nutriente cujo índice foi o de maior valor. Os resultados da análise realizada encontram-se apresentadas na Tabela 15, considerando a frequência que cada nutriente apresentou. Conforme pode ser observado, o Cu foi o nutriente com maior frequência de ocorrência como na condição de mais limitante, seguido por K e Fe, com a mesma frequência, e por Mg, S, N, B, Mn, P, Ca e Zn.

Os procedimentos de cálculos dos índices DRIS baseiam-se na comparação matemática entre os valores de referência, os quais correspondem a valores médios obtidos a partir de uma população de referência, com os valores da amostra sob avaliação. Pequenos desvios dos valores da amostra sob avaliação em relação aos valores de referência resultam na estimativa de índices de diagnose diferentes do valor zero o que caracterizaria um desequilíbrio nutricional (Beaufils, 1973).

Para minimizar essa limitação na interpretação dos índices de diagnose do DRIS algumas propostas foram feitas, como a do estabelecimento de intervalos ou faixas a partir das quais valores que estivessem fora delas seriam considerados em desequilíbrio.

Para Escano *et al.* (1981) o melhor balanço nutricional ocorre quando os valores dos índices de diagnose estiverem situados na faixa entre - 1,0 e + 1,5 e para Soltampour *et al.* (1995) índices de diagnose iguais ou menores que - 7 indicariam deficiência. Evidentemente, quanto maior a amplitude do intervalo ou da faixa adotada para interpretação, menor a possibilidade de se encontrar deficiências ou excessos de nutrientes que se apresentem com pequenos desvios relativos aos valores de referência.

TABELA 14 - Índices de diagnose do DRIS e caracterização nutricional de lavouras de soja, conforme Beaufils (1973), variedade CD 202, com base em amostras coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001

Pa <sup>(1)</sup>	Índices de diagnose											IBN	Ordem de limitação
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
2	-36	-21	-3	18	3	-59	-21	-34	-9	161	1	367	S>N>Cu>P=B>Fe>K>Zn>Mg>Ca>Mn
25	47	35	-4	36	41	52	31	14	14	-111	-155	540	Zn>Mn>K>Cu>Fe>B>P>Ca>Mg>N>S
32	12	-15	-23	-12	42	-6	66	-42	-34	22	-11	286	Cu>Fe>K>P>Ca>Zn>S>N>Mn>Mg>B
90	-27	-115	35	1	35	-21	20	25	-41	101	-12	433	P>Fe>N>S>Zn>Ca>B>Cu>K>Mg>Mn
67	-12	41	-2	-24	-19	-2	-1	-115	101	61	-28	407	Cu>Zn>Ca>Mg>N>K=S>B>P>Mn>Fe
91	-2	-166	6	23	23	-3	54	11	-42	105	-9	446	P>Fe>Zn>S>N>K>Cu>Ca>Mg>B>Mn
107	-8	-20	-73	-5	33	2	76	-6	-6	6	0	235	K>P>N>Ca=Cu=Fe>S>Zn>Mn>Mg>B
58	-39	-11	5	7	-8	39	17	-10	0	0	0	138	N>P>Cu>Mg>Fe=Mn=Zn>K>Ca>B>S
109	-11	-66	15	-27	66	5	23	-5	-85	103	-17	424	Fe>P>Ca>Zn>N>Cu>S>K>B>Mg>Mn
114	45	29	37	23	27	29	26	-70	27	-162	-11	488	Mn>Cu>Zn>Ca>B>Mg=Fe>P=S>K>N
17	-17	27	-67	-6	9	4	26	42	0	0	-18	217	K>Zn>N>Ca>Fe=Mn>S>Mg>B>P>Cu
57	12	35	0	-33	-15	-9	0	0	0	10	0	114	Ca>Mg>S>K=B=Cu=Fe=Zn>Mn>N>P
6	15	-24	-36	-14	-9	2	12	7	-42	99	-11	272	Fe>K>P>Ca>Zn>Mg>S>Cu>B>N>Mn
85	1	-38	9	-5	0	6	5	0	28	0	-7	101	P>Zn>Ca>Mg=Cu=Mn>N>B>S>K>Fe
56	53	2	28	-72	-33	-26	0	31	7	10	0	264	Ca>Mg>S>B>Zn>P>Fe>Mn>K>Cu>N
41	-54	-38	-42	14	-11	24	25	13	0	19	51	291	N>K=P>Mg>Fe>Cu>Ca>Mn>S>B>Zn
51	18	4	-28	24	56	8	30	-103	60	0	-68	399	Cu>Zn>K>Mn>P>S>N>Ca>B>Mg>Fe
22	19	31	-123	28	57	67	11	10	19	-114	-6	485	K>Mn>Zn>B=Cu>N>Fe>Ca>P>Mg>S
44	-8	0	0	0	-10	28	-11	0	0	0	0	57	B>Mg>N>P=K=Ca=Cu=Fe=Mn=Zn>S
34	44	41	30	22	36	44	-119	31	0	-141	11	519	Mn>B>Fe>Zn>Ca>K>Cu>Mg>P>N=S
115	0	0	15	-7	21	-22	8	-14	0	0	0	87	S>Cu>Ca>N=P=Fe=Mn=Zn>B>K>Mg
24	8	0	-16	-6	0	0	0	20	0	0	6	56	K>Ca=Zn>P=Mg=S=B=Fe=Mn>N>Cu
100	22	-55	48	-46	31	30	-5	0	-70	63	-16	387	Fe>P>Ca>Zn>B>Cu>N>Mg=S>K>Mn
70	-6	0	36	20	14	-71	31	-83	12	24	22	321	Cu>S>N>P>Fe>Mg>Ca>Zn>Mn>B>K
78	26	-63	-51	37	65	27	-5	12	-74	44	-18	425	Fe>P>K>Zn>B>Cu>N>S>Ca>Mn>Mg
15	0	9	0	0	0	0	0	0	-9	0	0	19	Fe>N=K=Ca=Mg=S=B=Cu=Mn=Zn>P
88	-40	-43	42	-7	51	45	24	0	-95	53	-30	429	Fe>P>N>Zn>Ca>Cu>B>K>S>Mg>Mn
8	-2	19	-7	-7	-61	2	23	42	-15	6	0	186	Mg>Fe>K=Ca>N>Zn=S>Mn>P>B>Cu
12	35	104	66	-205	-46	23	58	19	-28	59	-85	729	Ca>Zn>Mg>Fe>Cu>S>N>B>Mn>K>P
33	23	99	13	-35	28	15	110	-28	23	-192	-56	624	Mn>Zn>Ca>Cu>K>S>Fe>N>Mg>P>B

Continua

TABELA 14 - Continuação

Par <sup>(1)</sup>	Índices de diagnose												Ordem de limitação
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	IBN	
45	- 27	- 6	- 8	75	27	- 30	- 29	- 9	0	25	- 17	254	S>B>N>Zn>Cu>K>P>Fe>Mn>Mg>Ca
36	11	8	- 73	18	69	43	51	- 53	0	- 63	- 12	402	K>Mn>Cu>Zn>Fe>P>N>Ca>S>B>Mg
75	50	9	- 71	8	11	2	0	- 10	14	0	- 12	188	K>Zn>Cu>B>Mn>S>Ca>P>Mg>Fe>N
82	- 49	27	14	29	6	- 38	- 25	0	- 10	0	44	243	N>S>B>Fe>Cu=Mn>Mg>K>P>Ca>Zn
14	6	7	11	10	- 43	- 19	6	0	12	0	9	125	Mg>S>Cu=Mn>N=B>P>Zn>Ca>K>Fe
103	26	29	- 7	17	101	14	0	0	- 134	- 12	- 34	374	Fe>Zn>Mn>K>Cu=B>S>Ca>N>P>Mg
69	8	- 3	- 3	- 15	- 9	- 12	- 3	- 133	50	115	5	357	Cu>Ca>S>Mg>P=B>K>Zn>N>Fe>Mn
74	8	- 53	- 58	- 63	- 31	- 55	- 35	- 182	18	146	305	953	Cu>Ca>K>S>P>B>Mg>N>Fe>Mn>Zn
49	- 6	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	3	N>P=K=Ca=Mg=B=Cu=Fe=Mn=Zn>S
23	52	42	- 121	23	69	44	35	- 59	6	- 87	- 5	544	K>Mn>Cu>Zn>Fe>Ca>B>P>S>N>Mg
50	- 5	0	17	10	- 8	30	- 56	11	0	0	0	137	B>Mg>N>P=Fe=Mn=Zn>Ca>Cu>K>S
26	22	23	24	15	19	23	26	22	16	- 210	18	420	Mn>Ca>Fe>Zn>Mg>N=Cu>P=S>K>B
104	6	23	- 61	18	131	27	- 90	28	- 13	- 15	- 54	466	B>K>Zn>Mn>Fe>N>Ca>P>S>Cu>Mg
1	12	- 6	- 70	18	8	- 11	7	5	22	5	9	174	K>S>P>Mn>Cu>B>Mg>Zn>N>Ca>Fe
112	43	- 27	22	33	21	6	23	39	- 99	14	- 77	406	Fe>Zn>P>S>Mn>Mg>K>B>Ca>Cu>N
83	- 33	- 188	20	25	26	27	31	54	- 3	9	32	450	P>N>Fe>Mn>K>Ca>Mg>S>B>Zn>Cu
89	1	- 97	69	- 18	49	- 2	21	23	- 77	73	- 43	474	P>Fe>Zn>Ca>S>N>B>Cu>Mg>K>Mn
35	74	1	- 68	- 20	40	10	39	- 9	0	- 39	- 29	331	K>Mn>Zn>Ca>Cu>Fe>P>S>B>Mg>N
65	30	- 6	53	14	- 16	- 4	7	- 77	14	0	- 14	235	Cu>Mg>Zn>P>S>Mn>B>Ca=Fe>N>K
76	36	1	46	- 58	41	22	19	47	- 22	12	- 145	449	Zn>Ca>Fe>P>Mn>B>S>N>K>Mg>Cu
105	16	46	21	4	16	15	- 2	24	- 130	8	- 19	302	Fe>Zn>B>Ca>Mn>Mg=S>N>K>Cu>P
42	- 16	- 15	22	13	- 7	3	38	- 89	39	0	12	254	Cu>N>P>Mg>Mn>S>Zn>Ca>K>B>Fe
77	- 35	0	- 5	0	11	0	8	12	- 12	0	22	20	N>Fe>K>P=Ca=S=Mn>B>Mg>Cu>Zn
9	10	19	12	1	- 69	3	18	42	- 36	0	0	210	Mg>Fe>Mn=Zn>Ca>S>N>K>B>P>Cu
54	- 29	- 9	- 4	- 22	- 82	14	- 19	- 5	- 5	99	63	352	Mg>N>Ca>B>P>Cu=Fe>K>S>Zn>Mn
98	- 9	- 15	43	13	34	16	17	30	- 132	9	- 5	324	Fe>P>N>Zn>Mn>Ca>S>B>Cu>Mg>K
116	- 12	- 13	- 20	- 75	- 10	- 8	- 29	- 12	199	- 24	2	403	Ca>B>Mn>K>P>N=Cu>Mg>S>Zn>Fe
87	- 20	- 19	- 19	- 30	- 44	- 11	- 13	52	5	- 11	111	337	Mg>Ca>N=P=K>B>S=Mn>Fe>Cu>Zn
68	- 5	- 5	11	- 6	0	8	0	- 25	30	0	- 8	99	Cu>Zn>Ca=N=P>Mg=B=Mn>S=K>Fe
81	- 38	18	1	15	- 8	- 51	- 35	- 6	67	0	37	277	S>N>B>Mg>Cu>K>Mn>Ca>P>Zn>Fe
3	3	- 27	- 14	- 22	- 20	- 19	- 22	77	- 39	90	- 6	340	Fe>P>Ca=B>Mg=S>K>Zn>N>Cu>Mn

Continuação

TABELA 14 - Continuação

Par <sup>(1)</sup>	Índices de diagnose												Ordem de limitação
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	IBN	
99	- 7	0	8	8	14	7	5	9	0	8	- 52	119	Zn>N>P=Fe>B>S>Ca=Mn>K=Cu>Mg
48	- 38	20	17	27	17	- 58	6	0	0	0	9	193	S>N>Cu=Fe=Mn>B>Zn>K>Mg>P>Ca
106	- 23	- 17	- 24	- 17	- 12	109	- 18	29	- 12	0	- 14	277	N=K>B>P=Ca>Zn>Fe>Mg>Mn>Cu>S
59	14	- 15	- 8	56	- 11	- 21	- 27	- 9	21	0	0	183	B>S>P>Mg>K=Cu>Mn=Zn>N>Fe>Ca
52	2	21	18	7	- 4	- 3	36	- 104	50	0	- 23	269	Cu>Zn>Mg>S>Mn>N>Ca>K>P>B>Fe
20	- 6	0	5	0	- 24	8	0	16	- 10	0	10	78	Mg>Fe>N>P=Ca=B=Mn>K>S>Zn>Cu
61	22	24	16	6	- 45	- 72	20	4	0	6	0	233	S>Mg>Fe=Zn>Ca=Mn>K>N=Cu=B>P
43	- 2	9	- 11	- 26	- 59	8	29	0	29	0	24	197	Mg>Ca>K>N>Cu=Mn>S>P>Zn>B>Fe
86	- 20	22	- 7	2	20	- 110	- 7	7	8	9	76	290	S>N>K>B>Ca>Cu=Fe>Mn>Mg>P>Zn
113	100	6	44	24	15	1	20	- 9	22	- 214	- 8	463	Mn>Cu>Zn>S>P>Mg>B>Fe>Ca>K>N
13	- 8	1	- 6	1	- 31	- 13	7	5	51	0	- 7	130	Mg>S>N>Zn>K>Mn>Ca>P>Cu>B>Fe
10	2	- 40	19	- 25	- 62	64	- 90	61	22	0	49	435	B>Mg>P>Ca>Mn>N>K>Fe>Zn>Cu>S
47	- 22	7	11	17	0	- 23	0	0	0	0	9	90	S>N>Mg=B=Cu=Fe=Mn>P>Zn>K>Ca
102	51	27	- 45	22	32	25	- 65	0	43	- 39	- 52	402	B>Zn>K>Mn>Cu>Ca>S>P>Mg>Fe>N
55	- 5	8	6	9	- 47	7	0	0	0	12	10	104	Mg>N>B=Cu=Fe>K>S>P>Ca>Zn>Mn
101	35	0	- 22	6	29	0	- 17	0	0	- 32	0	141	Mn>K>B>P=S=Cu=Fe=Zn>Ca>Mg>N
11	35	31	51	32	7	92	- 10	- 304	13	14	39	629	Cu>B>Mg>Fe=Mn>P>Ca>N>Zn>K>S
73	- 30	- 28	- 18	- 59	- 37	- 17	- 26	- 61	- 11	6	281	574	Cu>Ca>Mg>N>P>B>K=S>Fe>Mn>Zn
63	5	0	5	8	0	- 31	0	0	5	7	0	62	S>P=Mg=B=Cu=Zn>N=K=Fe>Mn>Ca
72	- 14	- 19	- 4	- 41	- 68	- 1	- 13	- 164	- 16	- 23	364	728	Cu>Mg>Ca>Mn>P>N>Fe=B>K>S>Zn
64	6	0	- 36	27	26	- 22	- 25	0	0	25	0	168	K>B>S>P=Cu=Fe=Zn>N>Mn>Ca=Mg
4	- 60	51	- 8	- 35	- 38	78	- 32	69	- 19	0	- 7	396	N>Mg>Ca>B>Fe>K>Zn>Mn>P>Cu>S
60	- 11	- 6	- 9	66	- 11	- 9	- 12	- 9	0	0	0	132	B>N=Mg> Cu>K=S>P>Fe=Mn=Zn>Ca
16	13	- 8	- 51	0	8	10	38	10	0	- 21	0	159	K>Mn>P>Ca=Fe=Zn>Mg>S>Cu>N>B
62	26	75	73	- 14	- 52	- 21	33	- 9	- 163	7	45	518	Fe>Mg>S>Ca>Cu>Mn>N>B>Zn>K>P
66	7	0	28	0	- 23	0	0	- 10	7	- 10	0	86	Mg>Cu=Mn>P=Ca=S=B>Zn>N=Fe>K

<sup>(1)</sup> Pa = parcela

TABELA 15 - Frequência, por ordem de importância, dos nutrientes nas amostras de folhas, com base nos índices de diagnose do DRIS, amostras coletadas em lavouras de soja, variedade CD 202, coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001

Nutriente	Ordem de importância										
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º
Cu	14,8	4,3	8,5	9,2	14,8	12,9	3,8	6,1	6,0	12,3	8,2
K	13,6	6,5	10,6	5,1	5,7	9,4	8,9	11,0	10,7	16,0	4,7
Fe	13,6	8,6	7,4	7,1	13,6	8,2	10,1	7,3	4,8	4,9	14,1
Mg	11,4	12,9	5,3	11,2	2,3	8,2	6,3	6,1	11,9	16,0	8,2
S	10,2	6,5	5,3	7,1	9,1	11,8	16,5	8,5	11,9	2,5	11,8
N	8,0	12,9	13,8	3,1	5,7	9,4	11,4	9,8	7,1	9,9	9,4
B	8,0	5,4	9,6	8,2	10,2	12,9	10,1	7,3	9,5	12,3	5,9
Mn	6,8	7,5	4,3	8,2	15,9	9,4	6,3	12,2	9,5	6,2	14,1
P	5,7	11,8	9,6	16,3	9,1	3,5	6,3	12,2	9,5	7,4	7,1
Ca	4,5	8,6	14,9	13,3	9,1	5,9	10,1	11,0	8,3	4,9	7,1
Zn	3,4	15,1	10,6	11,2	4,5	8,2	10,1	8,5	10,7	7,4	9,4
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

#### 4.3.3 Avaliação do valores de referência e comparação do DRIS com o critérios das faixas de concentração

São apresentados na Tabela 16 os índices de diagnose do DRIS dos nutrientes analisados na amostra de folhas e na Tabela 17 os resultados analíticos referentes às amostras de solo e de folhas coletadas no local de aparecimento dos sintomas de distúrbio nutricional e os correspondentes diagnósticos realizados com base no critério das faixas de concentração. As folhas com distúrbios nutricionais são apresentadas na Figura 2.

Com base na diagnose visual, conforme descrição de sintomas feita por Borkert *et al.* (1994) e Rosolem (1980) caracterizou-se os sintomas de distúrbios foliares (Figura 2) como os provocados pela deficiência de Mn. Por sua vez, os índices de diagnose do DRIS, estimados com base nos valores de referência desse trabalho, permitiram hierarquizar a ordem de limitação nutricional. Com base nessa hierarquização observou-se que o Mn foi o nutriente mais limitante o que concorda com a diagnose visual e valida os valores de referência obtidos no trabalho. Seguiram-se em ordem de importância Zn, K, Cu e B.

A interpretação do resultado da análise do solo da parcela amostrada, com base no método das faixas de concentração, proposta para a Região Sul do Mato Grosso do Sul, não identificou teores abaixo dos níveis considerados suficientes para quaisquer dos nutrientes analisados. Com isso, não seria de se esperar a ocorrência de deficiência nutricional nas plantas cultivadas na área amostrada, em condições adequadas para a absorção dos nutrientes disponíveis. Por outro lado, a diagnose com base nos teores foliares considerando as faixas de concentração propostas por Peck (1979) e utilizadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul (EMBRAPA Agropecuária Oeste, 2000b) indicou que os

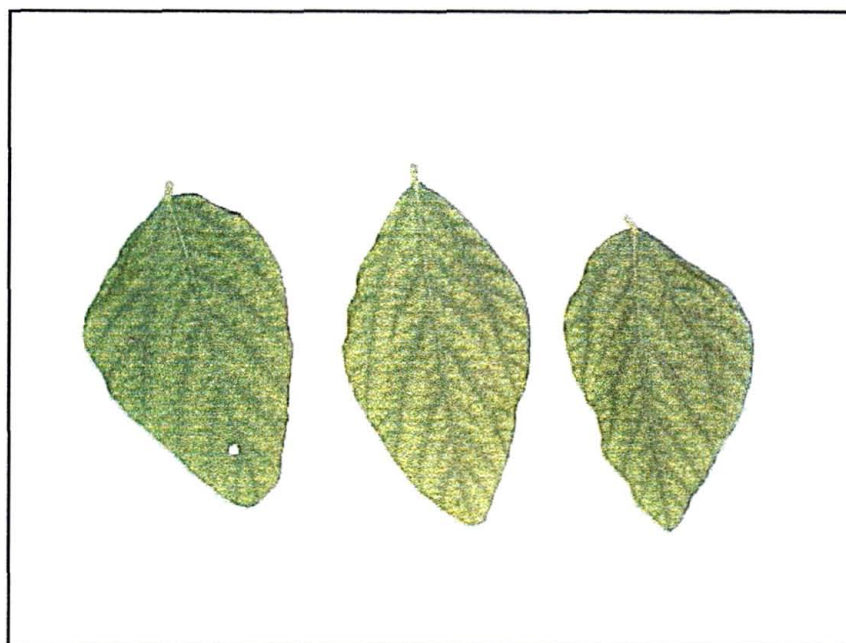


FIGURA 2 - Folhas de plantas de soja com sintomas de distúrbios nutricionais coletadas em lavoura da variedade CD 202, na Região Sul do Mato Grosso do Sul Dourados, MS, 2000/2001

teores de K e Cu enquadraram-se na classe de teor baixo. Nessa classe de teor não é esperado o aparecimento de sintomas de deficiência, o que caracterizaria uma condição nutricional de fome oculta ou de deficiência latente, conforme Cottenie (1980) e Tisdale *et al.* (1993), ou seja, os teores de K e Cu estariam acima da faixa de aparecimento de sintomas de deficiência nutricional, porém, ainda abaixo do necessário para o ótimo rendimento, o que contrasta com o aparecimento de sintomas de deficiência nutricional, conforme mostrado na Figura 2. Pelo menos duas hipóteses podem ser consideradas para a diferença entre as diagnoses feitas com base nos resultados analíticos das amostras de solo e de folhas interpretadas pelas faixas de concentração: a) as faixas de suficiência definidas para os teores de K e de Cu no solo e na folha (Quadro 2, p. 39) não são adequadas para o solo em questão; e b) condições ambientais e genéticas limitaram a absorção dos nutrientes pelas plantas.

TABELA 16 - Índices DRIS de amostra de folhas de soja coletada em área cultivada com a variedade CD 202 na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001

Nutriente											Ordem de limitação
N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
14	12	- 18	9	13	14	- 10	- 19	54	- 46	- 22	Mn>Zn>K>Cu>B

TABELA 17 - Resultados de análises de solo e de folhas de soja, de amostra coletada em área cultivada com a variedade CD 202 na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001

Análise	Nutriente <sup>(1)</sup>											Ordem de deficiência <sup>(2)</sup>
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
Solo	-	47	0,2	3,0	1,1	-	-	1,3	-	14,2	3,3	não há
Folha	46,2	3,4	16	13,7	35	3,1	35	5,6	234	23,3	31,4	K e Cu - baixos

<sup>(1)</sup> unidades: K, Ca e Mg no solo -  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  e P, Cu, Mn e Zn no solo -  $\text{mg}.\text{dm}^{-3}$ ; N, P, K, Ca, Mg e S na folha -  $\text{g}.\text{kg}^{-1}$  e B, Cu, Fe, Mn e Zn na folha -  $\text{mg}.\text{kg}^{-1}$

<sup>(2)</sup> interpretação de acordo com EMBRAPA Agropecuária Oeste (2000b) para teores no solo e Peck (1979), para teores foliares.



## 5 CONCLUSÕES

- 1) A maioria dos solos amostrados apresentam níveis adequados de P, K, Ca+Mg, Cu, Mn e de Zn.
- 2) Concentrações elevadas de Al e baixas de Ca, nas camadas sub-superficiais do solo, são importantes limitações químicas em 16% das lavouras amostradas.
- 3) Pelo critério das faixas de concentração, nas folhas os nutrientes mais limitantes são N, Cu e P e, no solo, são Zn, K e P.
- 4) Os índices DRIS calculados com base nos valores de referência desenvolvidos no trabalho e os compilados da literatura são diferentes.
- 5) A concordância entre os diagnósticos feitos pelos métodos da diagnose visual e do DRIS, com base em sintomas foliares caracterizados como provocados por deficiência de Mn, indicam a eficiência do método DRIS.
- 6) O DRIS mostra-se mais eficiente que o critério das faixas de concentração na interpretação de resultados analíticos de amostras de folhas.

## 6 REFERÊNCIAS

- 1 ALVAREZ V.; V. H.; LEITE, R. A. Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculos dos índices dos nutrientes no Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação - DRIS. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20.;1992, Piracicaba. **Resumos**. Piracicaba: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p. 186-187.
- 2 ALVAREZ V.; V. H.; NOVAIS, R. F de; BARROS, N. F. de; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solo. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.) **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25-32.
- 3 AMBROSANO, E. J.; TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H. Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo - Fundag, 1997. p. 189-203.
- 4 AMUNDSON, R. L.; KOEHLER, F. E. Utilization of DRIS for diagnosis of nutrient deficiencies in winter wheat. **Agronomy Journal**, Madison, v. 79, p. 472-476, 1987.
- 5 ANGELES, D. E.; SUMNER, M. E.; BARBOUR, N. W. Preliminary nitrogen, phosphorus and potassium DRIS norms for pineapple. **HortScience**, Alexandria, v. 25, n. 6, p.652-655, 1990.
- 6 ANGELES, D. E.; SUMNER, M. E.; LAHAV, E. Preliminary DRIS norms for banana. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 16, n. 6, p. 1059-1070, 1993.
- 7 ANGHINONI, I.; SALET, R. I. Amostragem do solo e as recomendações de adubação e calagem no sistema de plantio direto. In: NUERNBERG, N.J. (Ed.). **Conceitos e fundamentos do sistema de plantio direto**. Lages: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 1998. p. 27-52.
- 8 ARBOLEDA V., C.; ARCILA P., J.; MARTINEZ B., R. Sistema integrado de recomendación y diagnosis: una alternativa para la interpretación de resultados del análisis foliar en café. **Agronomia Colombiana**, Bogota, v. 5, p. 17-30, 1988.
- 9 ASSIS, F. N. de; ARRUDA, H. V. de; PEREIRA, A. R. **Aplicações de estatística à climatologia - teoria e prática**. Pelotas: Editora Universitária - UFPel, 1996. 161 p.
- 10 BARBER, S. A. **Soil nutrient bioavailability: a mechanistic approach**. New York: John Wiley e Sons, 1984. 398 p.
- 11 BATAGLIA, O. C.; DECHEN, A. R. Critérios alternativos para diagnose foliar. In: SIMPÓSIO AVANÇADO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 1., 1986, Piracicaba. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 115-136.
- 12 BATAGLIA, O.C.; DECHEN, A.R.; SANTOS, W. R. dos. Princípios da diagnose foliar. In: ALVAREZ V., V. H.; FONTES, L. E. F. F.; FONTES, M. P. F. (Ed.). **O solo nos grandes domínios morfológicos do Brasil e o desenvolvimento sustentável**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Universidade Federal de Viçosa, 1996. p. 647-660.
- 13 BATAGLIA, O.C.; MASCARENHAS, H. A. A. **Absorção de nutrientes pela soja**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1977. 36 p. (Boletim Técnico, n. 41).
- 14 BATAGLIA, O. C.; SANTOS, W. R. Efeito do procedimento de cálculo e da população de referência nos índices do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, p. 339-344, 1990.
- 15 BATES, T. E. Factors affecting critical nutrient concentrations in plants and their evaluation: a review. **Soil Science**, Baltimore, v. 112, p. 116-130, 1971.

- 16 BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. de A.; CAMARGO, F. A. de O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo - ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 9-26.
- 17 BEAUFILS, E. R. **Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS); a general scheme for experimentation and calibration based on principles develop from research in plant nutrition**. Pietermaritzburg, South Africa: University of Natal, 1973. 132 p. (Soil Science Bulletin, n. 1).
- 18 BEAUFILS, E. R. Physiological diagnosis - guide for improving maize production based on principles developed for rubber trees. **Fertilizer Society of South Africa Journal**, v. 1, p. 1-30, 1971.
- 19 BEVERLY, R. B. Comparison of Dris and alternative nutrient diagnostic methods for soybean. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 10, n. 8, p. 901-920, 1987.
- 20 BEVERLY, R. B. Prescient diagnostic analysis shows sufficiency range approach superior to DRIS for citrus. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 23, p. 2641-2469, 1992.
- 21 BEVERLY, R. B. DRIS diagnoses of soybean nitrogen, phosphorus, and potassium status are unsatisfactory. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 16, p. 1431-1447, 1993a.
- 22 BEVERLY, R. B. Re-evaluation reveals weaknesses of dris and sufficiency range diagnoses for wheat, corn and alfafa. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 24, p. 487-501, 1993b.
- 23 BEVERLY, R. B.; STARK, J. C.; OJALA, J. C.; EMBLETON, T. W. Nutrient diagnosis of "Valencia" oranges by Dris. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Fort Collins, v. 109, n. 5, p. 649-654, 1984.
- 24 BEVERLY, R. B.; SUMNER, M. E.; LETZSCH, W. S.; PLANCK, C. O. Foliar diagnosis of soybean by Dris. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 17, p. 237-256, 1986.
- 25 BOARETTO, A. E. ; CHITOLINA, J. C.; RAIJ, B. van; SILVA, F. C. da; TEDESCO, M. J.; CARMO, C. A. F. de S. do. Amostragem, acondicionamento e preparação das amostras de plantas para análise química. In: SILVA, F. C. da (Org.). **Manual de análises químicas de solo, plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. p. 49-73.
- 26 BORKERT, C. M.; YORINORI, J. T.; CORREA-FERREIRA, B. S.; ALMEIDA, A. M. R.; FERREIRA, L. P.; SFREDO, G. J. **Seja o doutor da sua soja**. Piracicaba: Potafós, 1994. (Arquivo do Agrônomo, n. 5, encarte de Informações Agronômicas, n. 66). 16 p.
- 27 BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento de reconhecimento dos solos do sul do Estado de Mato Grosso**. Rio de Janeiro, 1971. 839 p. (DNPEA. Boletim Técnico, n. 18).
- 28 BRUULSEMA, T. W.; TOLLENAAR, M.; HECKMAN, J. R. Boosting crop yields in the next century. **Better Crops Plant Food**, Atlanta, v. 84, n. 1, p. 9-13, 2000.
- 29 CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A. Situação da análise de solo e planta no Brasil. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS, 21., 1995, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995, p. 9-33.
- 30 CANTARUTTI, R. B.; ALVAREZ, V., V. H.; RIBEIRO, A. C. Amostragem de solo. In: RECOMENDAÇÕES para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFSEMG, 1999. p. 13-20.
- 31 CERDÁ, A.; NIEVES, M.; MARTINEZ, V. An evatuation of mineral analysis of "Verna" lemons by Dris. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 26, p. 1697-1707, 1995.

- 32 CHITOLINA, J. C.; PRATA, F.; SILVA, F. C.; MURAOKA, T.; VITTI, A. C. Amostragem, acondicionamento e preparo de amostras de solo para análise de fertilidade. In: SILVA, F. C. da. (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. p. 11-48.
- 33 CORDEIRO, D. S.; SFREDO, G. J.; BORKERT, C. M.; SARRUGE, J. R.; PALHANO, J. B.; CAMPO, R. J. Calagem, adubação e nutrição mineral. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Ecologia, manejo e adubação da soja**. Londrina, 1979. p. 19-49. (Circular Técnica, n. 2).
- 34 COSTA, J. A. **Cultura da soja**. Porto Alegre: Ivo Manica e José Antônio Costa, 1996. 233 p.
- 35 COSTA, J. A.; MARQUEZAN, E. **Características dos estádios de desenvolvimento da soja**. Campinas: Fundação Cargill, 1982. 30 p.
- 36 COTTENIE, A. Present status of plant analysis as a method for preparation of fertilizer recommendations. In: FAO. **Soils**. Rome, 1980. p. 22-36. (FAO Bulletin, n. 38/1)
- 37 DARA, S. T.; FIXEN, P. E.; GELDERMAN, R. H. Sufficiency level and diagnosis and recommendation integrated system approaches for evaluating the nitrogen status of corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 84, p. 1006-1010, 1992.
- 38 DAVEE, D. E.; RIGHETTI, T. L.; FALLAHL, E.; ROBBINS, S. An evaluation of the Dris approach for identifying mineral limitations of yield in "Napolean" sweet cherry. **Journal of America Society for Horticultural Science**, v. 111, n. 6, p. 988-993, 1986.
- 39 DOW, A. I.; ROBERTS, S. Proposal: critical nutrient ranges for crop diagnosis. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, p. 401-403, 1982.
- 40 ELWALI, A. M. O.; GASCHO, G. J. Soil testing, foliar analysis and DRIS as guides for sugarcane fertilization. **Agronomy Journal**, Madison, v. 76, p. 466-470, 1984.
- 41 EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.
- 42 EMBRAPA Agropecuária Oeste. **Boletim Agrometeorológico 1999**. Dourados, 2000a. 30 p. (Boletim Agrometeorológico, n. 2)
- 43 EMBRAPA Agropecuária Oeste. **Soja: recomendações técnicas para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso**. Dourados, 2000b. 158 p. (Circular Técnica, n. 6).
- 44 EMBRAPA Centro de Pesquisas Agropecuárias do Oeste. **Recomendações técnicas para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso**. Dourados: EMBRAPA - CPAO, 1996. 157 p. (Circular Técnica, n. 3)
- 45 EMBRAPA Centro de Pesquisas Agropecuárias do Oeste. **Boletim Agrometeorológico 1997**. Dourados, 1998. 47 p. (Boletim Agrometeorológico, n. 6)
- 46 EMBRAPA Soja. **Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná - 1999/2000**. Londrina, 1999. 236 p. (Documentos, n. 131).
- 47 EMBRAPA Solos. **Sistema brasileira de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA Produção da Informação, 1999. 412 p.
- 48 ESCANO, C. R.; JONES, C. A.; UEHARA, G. Nutrient diagnosis in corn grown on Hydric Dystrandepts: II. comparison of two systems of tissue diagnosis. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v. 45, p. 1140-1144, 1981.
- 49 FAGERIA, N. K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. Brasília: EMBRAPA-DPU, 1989. 425 p.
- 50 FIETZ, C. R.; URCHEI, M. A. **Balanço hídrico sequencial da região de Dourados, MS, período de 1979 a 1998**. Dourados: EMBRAPA Agropecuária Oeste, 2000. 25 p. (Documentos, n. 14)
- 51 GALLO, J. R.; COELHO, F. A. S.; MIRANDA, L. T. A análise foliar na nutrição do milho. I - Resultados preliminares. **Bragantia**, Campinas, v. 24, p.47-53, 1965. (Nota, n.9).
- 52 GOEDERT, W. J.; SOUZA, D. M. G. de; LOBATO, E. Fósforo. In: GOEDERT, W.J. **Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. Planaltina: EMBRAPA - CNPAF, 1985. p. 129 - 166.

- 53 GOEDERT, W. J.; SOUSA, D. M. G. de; SCOLARI, D. D. G. **Crêterios para recomendação de calagem e adubação**. Planaltina: EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 1987. 55 p. (Circular Técnica, n. 25).
- 54 GOH, K. M.; MALAKOUTI, M. J. Preliminary nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium DRIS norms and indices for apple orchards in Canterbury, New Zealand. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 23, p. 1371-1385, 1992.
- 55 GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 6  ed. Piracicaba: Nobel, 1976. 430 p.
- 56 HALLMARK, W. B.; BEVERLY, R. B.. Review - an update in the use of the diagnosis and recommendation integrated system. **Journal of Fertility Issues**, v. 8, n. 3, p. 74-88, 1991.
- 57 HALLMARK, W. B., BEVERLY, R. B., PARKER, M. B., ADAMS, J. F., BOSWELL, F. C. OHKI, K.; SHUMAN, L. M.; WILSON, D. O. Evaluation of zinc and manganese requirements by the m-DRIS and sufficiency range methods. **Agronomy Journal**, Madison, v. 81, p. 770-776, 1989.
- 58 HALLMARK, W. B., BEVERLY, R. B., SUMNER, M. E., deMOOY, C. J., MORRIS, H. F., PESEK, J.; FONTENOT, J. D. Soybeans phosphorus and potassium requirement evaluation by three M-DRIS data bases. **Agronomy Journal**, Madison, v. 82, p. 323-328, 1990.
- 59 HALLMARK, W. B., WALWORTH, M. E., SUMNER, M. E. deMOOY, C. J., PESEK, J.; SHAO, K. P. Separating limiting from non-limiting nutrients. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 10, p. 1381-1390, 1987.
- 60 HANSON, R. G. DRIS evaluation on N, P, K, status of determinents soybeans in Brazil. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 12(9), p. 933-948, 1981.
- 61 HANWAY, J. J.; WEBER, C. R. N, P and K percentages in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) plant parts. **Agronomy Journal**, Madison, v. 63, p. 286-290, 1971.
- 62 HENDERSON, J. B.; KAMPRATH, E. J. **Nutrient and dry matter accumulation by soybeans**. North Carolina. Agric. Exp. Station. 1970. 27 p. (Technical Bulletin, n. 197).
- 63 IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**, Rio de Janeiro: v. 13, p. 1-90, mar. 2001a.
- 64 IBGE. **Levantamento sistemático da Produção agrícola: soja 1  safra – safra 1999/2000**, Campo Grande, 2000.
- 65 JONES, C. A Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analysis. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 12, n. 8, p. 785-794, 1981.
- 66 KEOGH, J. L.; SABBE, W. B.; CAVINESS, C. E. Nutrient concentration of selected soybean cultivars. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 3, p. 29-36, 1972.
- 67 LEANDRO, W. M. **Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) para a cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill) na região de Rio Verde-GO**. Goiânia, 1998. 157f. Tese (Doutorado em Agronomia, Produção Vegetal) - Universidade Federal de Goiás.
- 68 LEECH, R. H.; KIM, Y. T. Foliar analysis and DRIS as a guide to fertilizer amendments in poplar plantations. **Forestry Chronicle**, Ottawa, v. 57, n. 1, p. 17-21, 1981.
- 69 LETZSCH, W. S.; SUMNER, M. E. Effect of population size and yield level in selection of Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) norms. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 15, p. 997-1006, 1984.
- 70 LOPES, A. S. **Solos sob "cerrado" - características, propriedades e manejo**. Piracicaba: Potafós, 1984. 162 p.
- 71 LOPES, A. S.; CARVALHO, J. G. de. Métodos de diagnose da fertilidade do solo. In:

- FERNANDES, F. M.; NASCIMENTO, V. M. do (Coord.). **Curso de Atualização em Fertilidade do Solo**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 249-299.
- 72 LOPES, A. S.; CARVALHO, J. G. de. Técnicas de levantamento e diagnose da fertilidade do solo. In: OLIVEIRA, A. J. de; GARRIDO, W. E.; ARAÚJO, J. D. de; LOURENÇO, S. (Coord.). **Métodos de Pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: EMBRAPA-SEA, 1991, 329 p. (Documentos, n. 3).
- 73 MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.
- 74 MALAVOLTA, E.; MALAVOLTA, M. L. Diagnose foliar: princípios e aplicações. In: BULL, L. T.; ROSOLEM, C. . **Interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação**. Botucatu, Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, 1989. p. 227-308.
- 75 MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafós, 1989. 201 p.
- 76 MARTINEZ, H. E. P.; CARVALHO, J. G.; SOUZA, R. B. de. Diagnose foliar. In: RECOMENDAÇÕES para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 143-168.
- 77 MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 5th. ed. London: Academic Press, 1993. 674 p.
- 78 MASCARENHAS, H. A. A.; NEPTUNE, A. M. L.; MURAOKA, T.; BUSILANI, E. A.; HIROCE, R. Absorção de nutrientes por cultivares de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 4, p. 92-96, 1980.
- 79 MELO FILHO, G. A. de ; MENDES, D. A. **Estimativa de custo de produção de soja, nos sistemas plantio direto e convencional, safra 1999/2000**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1999. 3 p. (Comunicado Técnico, n. 2).
- 80 MELO FILHO, G. A. de; VIEIRA, C. P.; RICHETTI, A.; NOVACHINSKI, J. R. **Recomendações e nível de adoção de tecnologias agrícolas em Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. 76 p. (Documentos, n. 35)
- 81 MELSTED, S. W.; MOTTO, H. L.; PECK, T. R. Critical plant nutrient composition values useful in interpreting plant analysis data. **Agronomy Journal**, Madison, v, 61, p. 17-20, 1969.
- 82 MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4th. ed. Bern: IPI, 1987. 686 p.
- 83 MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MURAOKA, T.; CARMO, C. A. F. de S. do; MELLO, W. J. de. Análises químicas de tecido vegetal. In: SILVA, F.C. da. (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. p. 171-223.
- 84 MUNSON, R. D.; NELSON, W. L. Principles and practices in plant analysis. In: WESTERMAN, R. L. (Ed.). **Soil testing and plant analysis**. Madison, Soil Science Society of America, 1990. p. 359 - 387.
- 85 NOVAIS, R. F. de. Soja. In: **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFSEMG, 1999. p. 323-324.
- 86 OHLROGGE, A. J.; KAMPRATH, E. J. Fertilizer use in soybeans. In: DINAVERS, R.C. (Ed). **Changing patterns in fertilizer use**. Soil Science Society of America, Madison, 1968. p. 273-295.
- 87 OLIVEIRA, S. A. de. Avaliação do balanço nutricional no sistema solo-planta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1993, Goiânia-GO. **Resumos**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 1. p. 43-44.
- 88 OLIVEIRA, H. de, URCHEI, M. A.; FIETZ, C. R. **Aspectos físicos e sócioeconômicos da Bacia Hidrográfica do Rio Ivinhema**. Dourados, EMBRAPA Agropecuária Oeste, 2000. 52 p. (Documentos, n. 25).

- 89 PECK, T. R. Plant analysis for production agriculture. In: SOIL PLANT ANALYSIS WORKSHOP, 7., 1979, Bridgetown. **Proceedings**. Bridgetown, 1979. p. 1-45.
- 90 QUAGGIO, J. A. **Crêterios para calagem em solos do Estado de São Paulo**. Piracicaba, 1983. 76 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- 91 RAIJ, B. van. **Avaliação da fertilidade do solo**. 2. ed. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fósforo, 1983. 142 p.
- 92 RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fósforo, 1991. 343 p.
- 93 RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; ABREU, C. A. Interpretação de resultados de análise de solo. In: **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico - Fundag o, 1997. p. 8-13.
- 94 RATHFON, R. A.; BURGER, J. A. Diagnosis and recommendation integrated system modifications for Fraser fir Christmas Trees. **Soil Science Society American Journal**, v. 55, p. 1026-1031, 1991.
- 95 RITCHEY, K. D. (Ed.). **O potássio nos oxissolos e ultissolos dos trópicos úmidos**. Piracicaba: Potafós, 1982. (Boletim Técnico, n. 7).
- 96 ROBERTS, S.; DOW, I. Critical nutrient ranges for petiole phosphorus levels of sprinkler-irrigated Russet Burbank potatoes. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, p. 583-585, 1982.
- 97 ROESSING, A. C.; GUEDES, L. C. A. Aspectos econ micos do complexo soja. In: **Simpósio sobre a cultura da soja nos cerrados**, 1, Anais, Uberaba, 1992. Piracicaba: Potafós, 1993. p. 1-69.
- 98 ROSOLEM, C. A. **Nutrição mineral e adubação da soja**. Piracicaba: Instituto da Potassa (EUA e Suíça), 1980. 80 p. (Boletim Técnico, n. 6).
- 99 S , J. C. M. **Manejo da fertilidade do solo no plantio direto**. Castro: Fundação ABC, 1993. 96 p.
- 100 SCHUTZ, C. J.; VILLIERS, J. M. Foliar diagnosis and fertilizer prescription in forestry - the DRIS system and its potential. **South African Forestry Journal**, Pretoria, v. 141, p. 6-12, 1987.
- 101 SIDIRAS, N.; PAVAN, M. A. Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 9, p. 249-254, 1985.
- 102 SILVA, F. C. da; EIRA, P. A. da; RAIJ, B. van; SILVA, C. A.; ABREU, C. A. de; GIANELLO, C.; P     , D. V.; QUAGGIO, J. A.; TEDESCO, M. J.; ABREU, M. F. de; BARRETO, W. de O. Análises químicas para avaliação da fertilidade do solo. In: SILVA, F. C. da. (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. p. 75-169.
- 103 SILVA, J. E. da; RESCK, D. V. S. Plantio direto no cerrado. In: PEIXOTO, R. T. dos G.; AHRENS, D. C.; SAMAHA, M. J. **Plantio direto: o caminho para uma agricultura sustentável**. Ponta Grossa: IAPAR, 1997. p. 158-184.
- 104 SOLTANPOUR, P. N.; MALAKOWTI, M. J.; RONAGHI, A. Comparison of Diagnosis and Recommendation Integrated System and nutrient sufficiency range for corn. **Soil Science Society of American Journal**, v. 59, p. 133-139, 1995.
- 105 SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. **Correção do solo e adubação da cultura da soja**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1996. (Circular Técnica, n. 33).
- 106 SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E.; REIN, T. A. **Uso do gesso agrícola nos solos de Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1995. (Circular Técnica, n. 32).
- 107 SOUSA, D. M. G. de; MIRANDA, L. N. de; LOBATO, E. **Interpretação de análise de terra e recomendação de adubos fosfatados para as culturas anuais nos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1987. 7 p. (Comunicado Técnico, n. 51).

- 108 SUMNER, M. E. Advances in the use and application of plant analysis. **Communication in Soil Science and Plant Analysis.**, New York, v. 21, p. 1409-1430, 1990.
- 109 SUMNER, M. E. Application of Beaufil's diagnostic indices to maize data published in the literature irrespective of age and conditions. **Plant and Soil**, Dorchecht, v. 46, p. 359-369, 1977a.
- 110 SUMNER, M. E. **Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) as a guide to orchard fertilization.** In: ASPAC Food and Fertilizer tecnology Center. 21 p, 1986. (Bulletin 231).
- 111 SUMNER, M. E. Effect of corn leaf sampled on N, P, K, Ca e Mg content and calculated DRIS indices. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 8, p. 269-280, 1977b.
- 112 SUMNER, M. E. Interpretation of foliar analysis for diagnostic purposes. **Agronomy Journal**, Madison, v. 41, p. 343-348, 1979.
- 113 SUMNER, M. E. Preliminary N, P, and K foliar diagnostic norms for soybeans. **Agronomy Journal**, Madison, v. 69, p. 226-230, 1977d.
- 114 SUMNER, M. E. Use of the DRIS system in foliar diagnosis of crops at high yield levels. **Communication in Soil and Science and Plant Analysis**, New York, v. 8, p. 251-268, 1977c.
- 115 TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; BORKERT, C. M. Nutrição mineral da soja. In: **Simpósio sobre a cultura da soja nos cerrados**, 1. Anais... Uberaba, 1992. Piracicaba: Potafós, 1993. p. 105-135.
- 116 TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D.; HAVLIN, J. L. **Soil fertility and fertilizers.** 5 ed. New York: Macmillan, 1993. 634 p.
- 117 TOMÉ JÚNIOR, J. B. **Manual para interpretação de análise de solo.** Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 1997. 247 p.
- 118 TRANI, P. E.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O. C. **Análise foliar: amostragem e interpretação.** Campinas: Fundação Cargill, 1983. 18 p.
- 119 VIEIRA, M. J.; COGO, N. P.; CASSOL, E. A. Perdas por erosão em diversos métodos de preparo do solo para soja com o uso de chuvas simuladas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 2, p. 209-214, 1978.
- 120 USA. Departament of Agriculture. Current world production, market and trade reports: oilseeds. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/oilseeds/circular/2001/01-01/table4.pdf>>. Acesso em: 14 Oct. 2001.
- 121 VIGIER, B.; MACKENZIE, A. F.; CHEN, Z. Evaluation of diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) on early maturing soybeans. **Communication in Soil Science and Plant Analysis.**, New York, v. 20, n. 5-6, p. 685-693, 1989.
- 122 VILELA, L.; SILVA, J. E.; RITCHEY, K. D.; SOUZA, D. M. G. de. Potássio. In: GOEDERT, W. J. **Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo.** Planaltina: EMBRAPA - CPAC, 1985. p. 203-222.
- 123 WADT, P. G. S. **Os métodos da chance matemática e do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) na avaliação nutricional de plantios de eucalipto.** Viçosa, 1996. 123 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas), Universidade Federal de Viçosa.
- 124 WALWORTH, J. L.; SUMNER, M. E. The diagnosis and recommendation Integrated System (DRIS). **Advances in Soil Science**, New York, v. 6, p. 149-88, 1987.
- 125 WALWORTH, J. L., WOODWARD, H. J., SUMNER, M. E. Generation of corn tissue norms from a small, high-yield data base. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 19, p. 563-577, 1988.
- 126 WORTMANN, C. S., KISAKYE, J.; EDJE, O. T. The diagnosis and recommendation integrated system for dry bean: determination and validation of norms. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 15, n. 11, p. 2369-2379, 1992.



## **7 ANEXOS**

ANEXO 1 - Relação das parcelas amostradas com o nome dos seus respectivos proprietários e localização, Dourados, MS, 2000/2001

Número amostra	Nome do proprietário	Localização município	Número amostra	Nome do proprietário	Localização município	Número amostra	Nome do proprietário	Localização município
1	A. Ricci	Vicentina	27	E. Schinzak	Dourados	54	J. Santos	Caarapó
2	idem	idem	28	idem	idem	55	idem	idem
3	A. Mazagão	L. Caarapã	29	A. Gentil	Dourados	56	L. Triches	idem
4	idem	idem	30	idem	idem	57	idem	idem
5	idem	idem	31	idem	idem	58	idem	idem
6	idem	idem	32	J. Colla	P.Porã	59	L. Maran	idem
7	N. Meert-1	L. Caarapã	33	idem	idem	60	idem	idem
8	idem	idem	34	idem	idem	61	I. Kilian	idem
9	idem	idem	35	Altair	idem	62	idem	idem
10	A. Velloso	Caarapó	36	idem	idem	63	M. Biagi	idem
11	idem	idem	37	idem	idem	64	idem	idem
12	idem	idem	38	V. Mees	Dourados	65	O. Biagi	idem
13	J. Rolim	L. Caarapã	39	idem	idem	66	idem	idem
14	idem	idem	40	V. Mees	Dourados	67	idem	idem
15	L. Pasqualotto	Dourados	41	M. Natsumeda	idem	68	idem	idem
16	idem	idem	42	idem	idem	69	D. Reolon	Douradina
17	N. Kruger	idem	43	idem	idem	70	idem	idem
18	G. Fritz	idem	44	M. Araújo	idem	71	idem	F. do Sul
19	idem	idem	45	idem	idem	72	G. Eberhardt	Itaporã
20	idem	idem	46	idem	idem	73	idem	idem
21	D. Bottega	P. Porã	47	M. Sumioka	idem	74	idem	idem
22	M. Berres	idem	48	idem	idem	75	M. Suzuki	idem
23	idem	idem	49	E. Reis	idem	76	idem	idem
24	idem	idem	50	idem	idem	77	D. Reolon	F. do Sul
25	idem	idem	51	M. Araújo	idem	78	idem	idem
26	E. Schinzak	Dourados	52	idem	idem	79	V. Matos	Dourados

Continua

ANEXO 1 - Continuação

Número amostra	Nome do proprietário	Localização município	Número amostra	Nome do proprietário	Localização município	Número amostra	Nome do proprietário	Localização município
80	V. Matos	Dourados	93	A. Silveira	Dourados	106	N. Meert-2	L. Caarapã
81	E. Zanatta	idem	94	idem	idem	107	F. Walauer	P. Porã
82	idem	idem	95	F. Arakaki	idem	108	idem	idem
83	B. Nelsin	Douradina	96	idem	idem	109	idem	idem
84	idem	idem	97	F. Arakaki	Dourados	110	idem	idem
85	idem	idem	98	E. Stefanello	idem	111	idem	idem
86	J. Hasegawa	idem	99	idem	idem	112	N. Mori	Dourados
87	idem	idem	100	idem	idem	113	idem	idem
88	A. Freire	idem	101	D. Parizzoto	L. Caarapã	114	E. Yamamoto	idem
89	idem	idem	102	idem	idem	115	idem	idem
90	M. Carvalho	Dourados	103	A. Cassol	idem	116	I. Schuambach	P. Porã
91	idem	idem	104	idem	idem			
92	A. Silveira	idem	105	N. Meert-2	idem			

ANEXO 2 - Sistemas de manejo do solo empregados no cultivo de soja observadas em lavouras da Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001

Sistema de manejo	Tempo - anos						Total
	1	2	3	4	5	> 5	
	%						
Plantio Direto <sup>(1)</sup>	9,1	24,1	8,0	20,8	6,8	7,9	76,7
Plantio convencional <sup>(2)</sup>	-	-	-	-	-	-	23,3

<sup>(1)</sup> ausência de preparo do solo

<sup>(2)</sup> escarificação ou não e 1 ou 2 gradagens leves.

ANEXO 3 - Formulações de fertilizantes ( $P_2O_5$  e  $K_2O$ ) utilizadas no cultivo de soja, variedade CD 202, na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001

Fórmula	Adubação de plantio		Adubação de cobertura	
	Dose kg.ha <sup>-1</sup>	%		%
		parcial	acumulada	
20 - 20	100-200	2,4		
	200-300	17,7		
	300-400	4,8	24,9	
30 - 10	200-300	4,8		
	300-400	7,0	11,8	
20 - 18	200-300	9,4		110
	300-400	1,2	10,6	60
23 - 23	200-300	7,1	7,1	
	300-400	4,8		
16 - 16	200-300	4,8		
	300-400	1,2	6,0	
25 - 25	200-300	2,4		
	300-400	2,4	4,8	
21 - 18	300-400	3,6	3,6	150
22 - 20	100-200	3,6	3,6	
29 - 19	200-300	3,6	3,6	
24 - 11	300-400	3,6	3,6	100
20 - 15	200-300	2,4	2,4	
18 - 20	100-200	2,4	2,4	
25 - 20	200-300	2,4	2,4	
18 - 10	200-300	2,4	2,4	80
18 - 14	300-400	2,4	2,4	
18 - 23	100-200	2,4	2,4	
26 - 16	300-400	2,4	2,4	
23 - 13	400-500	1,2	1,2	
0 - 0		2,4	2,4	
Total				16,8

ANEXO 4 - Percentual de lavouras cultivadas com a variedade de soja CD 202, fertilizadas ou não com micronutrientes na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001

Aplicação	Nutrientes						
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Mo	Co
				%			
Sim	70,1	49,4	28,7	47,1	73,6	42,5	18,4
Não	29,9	50,6	71,3	52,9	26,4	57,5	81,6

ANEXO 5 - Resultados analíticos de amostras de solo coletadas na camada de 0 - 5 cm em lavouras de soja, variedade CD 202, na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001

Parcela	Produtor	Argila	pH	Al	K	Ca	Mg	P	Cu	Fe	Mn	Zn
		g.kg <sup>-1</sup>	CaCl <sub>2</sub>	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>				mg.dm <sup>-3</sup>				
1	A.Ricci	470	6,3	0,0	0,77	8,4	1,5	15,1	10,7	12,6	163,3	10,5
2	A.Ricci	470	5,5	0,0	0,84	5,1	1,7	4,7	6,9	30,6	110,9	1,9
3	A.Mazagão	710	5,9	0,0	1,36	5,5	2,3	7,4	6,6	29,5	60,1	2,0
4	A.Mazagão	710	5,5	0,0	1,71	10,6	2,7	3,8	6,9	12,6	145,4	2,5
6	A.Mazagão	540	6,0	0,0	1,23	7,2	2,6	12,1	5,3	30,6	114,8	2,4
8	N.Meert-1	370	5,6	0,0	1,28	6,6	1,5	47,1	7,3	16,2	197,1	9,4
9	N.Meert-1	540	5,7	0,0	1,74	9,2	1,8	60,1	10,4	9,7	213,2	14,5
10	A.Velloso	610	6,1	0,0	1,52	11	2,0	23,0	18,0	9,3	231,8	10,3
11	A.Velloso	510	5,9	0,0	1,11	7,9	2,3	21,6	8,9	15,1	166,9	4,5
12	A.Velloso	510	5,3	0,0	0,81	4,8	1,3	23,2	6,0	24,2	107,6	1,8
13	J.Rolim	340	5,2	0,0	0,84	4,9	1,2	16,7	4,9	29,6	183,0	5,2
14	J.Rolim	340	5,3	0,0	0,61	5,5	1,1	15,1	7,5	61,9	147,1	9,6
15	L.Pasqualotto	670	5,7	0,0	0,98	6,8	3,7	18,0	7,5	47,8	130,2	4,5
16	L.Pasqualotto	670	6,3	0,0	0,69	8,9	3,3	9,6	8,4	38,0	112,8	5,5
17	N.Kruger	660	6,2	0,0	0,90	9,5	5,5	60,0	16,3	17,0	168,9	3,0
20	G. Fritz	710	5,3	0,0	2,02	10,5	3,5	9,4	10,9	10,4	155,2	6,4
22	M.Berres	510	6,2	0,0	0,46	5,7	3,1	49,1	3,7	70,9	41,5	2,7
23	M.Berres	290	5,3	0,0	0,46	4,5	2,3	36,9	5,3	50,7	45,3	3,3
24	M.Berres	840	4,7	0,2	0,35	4,5	1,8	17,3	9,0	42,8	89,5	1,4
25	M.Berres	290	5,4	0,0	0,50	3,8	1,4	64,1	2,0	36,9	18,7	1,8
26	E.Schinzak	180	5,5	0,0	0,38	3,2	1,3	89,7	1,4	38,6	15,3	6,1
32	J.Colla	770	5,1	0,0	0,73	6,8	3,5	6,2	16,2	49,2	147,9	1,1
33	J.Colla	180	5,4	0,0	0,42	3,1	1,1	61,2	1,1	61,8	17,0	4,5
34	J.Colla	180	5,6	0,0	0,36	2,9	1,2	60,1	2,0	82,7	20,5	4,9
35	Altair	770	5,9	0,0	0,58	6,1	2,3	22,1	3,1	43,8	108,4	1,0
36	Altair	770	5,7	0,0	0,33	5,5	2,5	13,5	3,3	38,4	43,6	1,1
41	M.Natsumeda	310	5,1	0,0	0,46	3,2	0,9	26,5	6,3	86,1	308,4	4,7
42	M.Natsumeda	310	5,2	0,0	0,49	3,4	0,8	29,6	5,2	30,8	151,5	4,1
43	M.Natsumeda	420	5,5	0,0	1,10	6,5	1,0	20,2	9,2	19,4	191,4	10,9
44	M. Silva	730	5,4	0,0	1,13	6,1	1,9	23,8	15,2	24,7	101,3	2,1

continua

ANEXO 5 - Continuação

Parcela	Produtor	Argila	pH	Al	K	Ca	Mg	P	Cu	Fe	Mn	Zn
		g.kg <sup>-1</sup>	CaCl <sub>2</sub>	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>			mg.dm <sup>-3</sup>					
45	M. Silva	730	5,4	0,0	0,90	6,4	1,8	25,6	13,0	22,4	122,9	2,5
47	M. Sumloka	730	5,9	0,0	1,19	12,1	2,9	39,0	16,7	14,0	248,6	22,0
48	M. Sumloka	730	6,0	0,0	1,38	13,6	2,9	88,5	16,6	18,6	259,4	38,1
49	E. Reis	730	5,7	0,0	1,10	7,4	2,4	6,6	12,8	17,5	167,1	4,7
50	E. Reis	730	5,8	0,0	1,13	6,0	1,9	8,7	8,9	22,4	140,7	2,1
51	M. Silva	710	6,1	0,0	0,59	7,7	4,0	16,6	14,3	24,4	141,8	1,8
52	M. Silva	710	5,6	0,0	1,53	9,0	3,2	32,8	16,1	12,5	157,4	5,9
54	J. Reis	80	5,3	0,0	0,40	2,0	0,5	62,6	1,6	32,4	69,9	5,0
55	J. Reis	80	5,3	0,0	0,45	2,6	0,6	34,7	2,7	30,4	140,9	5,2
56	L. Triches	710	4,8	0,1	1,13	3,9	1,4	9,0	6,9	32,4	152,2	1,8
57	L. Triches	710	5,2	0,0	0,94	5,4	1,7	13,1	6,2	21,5	162,0	2,1
58	L. Triches	710	5,5	0,0	0,94	5,5	1,9	10,0	6,2	21,1	172,4	1,8
59	L. Maran	540	5,6	0,0	0,96	9,2	1,1	11,7	7,1	10,7	149,5	8,9
60	L. Maran	540	5,7	0,0	1,34	9,6	1,4	15,2	6,9	8,7	171,9	6,4
61	I. Killian	190	5,4	0,0	0,59	3,3	0,8	40,0	2,2	72,1	118,5	4,4
62	I. Killian	190	5,5	0,0	0,51	3,5	0,7	53,3	2,4	40,4	151,3	8,4
63	M. Biagi	310	5,6	0,0	0,92	5,2	1,0	11,1	10,1	64,5	258,1	8,5
64	M. Biagi	260	5,2	0,0	0,40	3,6	1,0	12,8	6,2	35,2	175,1	5,0
65	O. Biagi	630	5,7	0,0	1,27	9,6	2,1	8,6	8,0	15,1	233,9	8,0
66	O. Biagi	630	5,9	0,0	1,69	9,7	2,0	14,6	8,2	9,5	237,5	12,8
67	O. Biagi	610	5,4	0,0	1,02	5,6	1,7	20,4	11,4	23,9	200,4	3,4
68	O. Biagi	610	5,4	0,0	0,61	6,6	1,9	17,9	8,5	17,8	168,3	3,2
69	D. ReolonG	840	5,1	0,0	0,88	5,0	1,9	38,3	14,1	43,8	110,9	9,9
70	D. ReolonG	840	5,1	0,0	0,51	5,1	1,7	18,6	12,6	46,7	115,3	5,7
72	G.Eberhardt	540	4,9	0,1	1,00	4,7	1,4	8,6	6,6	39,9	151,8	3,4
73	G.Eberhardt	540	4,7	0,1	1,07	4,0	1,6	11,1	5,3	39,1	136,5	2,4
74	G.Eberhardt	540	4,8	0,1	0,96	3,1	1,4	7,8	6,9	37,7	120,5	1,4
75	M.Suzuki	210	6,4	0,0	0,36	4,5	1,7	8,3	2,4	92,4	61,8	2,0
76	M.Suzuki	210	6,5	0,0	0,28	4,3	1,6	6,1	1,8	158,2	57,1	0,8
77	D. ReolonCi	720	5,8	0,0	0,51	6,7	2,8	38,8	16,3	68,1	236,1	7,0
78	D. ReolonCi	720	5,6	0,0	0,40	6,4	2,6	36,5	17,1	44,5	179,8	3,8

continua

ANEXO 5 - Continuação

Parcela	Produtor	Argila	pH	Al	K	Ca	Mg	P	Cu	Fe	Mn	Zn
		g.kg <sup>-1</sup>	CaCl <sub>2</sub>	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>				mg.dm <sup>-3</sup>				
81	E.Palombo	710	5,8	0,0	1,64	9,3	2,1	11,0	22,9	9,6	211,9	40,5
82	E.Palombo	710	5,8	0,0	1,44	10,0	2,0	16,8	27,2	16,5	203,3	39,9
83	B. Nelsin	570	5,7	0,0	1,13	9,0	2,0	9,2	18,4	12,9	184,3	9,9
85	B. Nelsin	640	5,6	0,0	1,40	7,7	2,3	8,2	13,0	21,9	167,3	2,5
86	J.Hasegawa	640	5,1	0,0	0,88	7,6	1,9	13,7	27,0	17,8	251,0	10,8
87	J.Hasegawa	640	5,3	0,0	0,97	8,2	1,9	12,0	24,4	17,4	234,0	10,2
88	A.Freire	710	5,3	0,0	0,81	7,0	2,7	7,2	9,4	25,1	154,1	4,1
89	A.Freire	710	5,4	0,0	0,75	7,4	3,1	8,4	9,2	26,3	118,2	3,6
90	M. Carvalho	690	4,8	0,1	0,79	4,7	1,5	16,1	14,8	31,2	207,5	2,3
91	M. Carvalho	690	4,5	0,3	0,69	3,6	1,3	13,1	13,7	33,3	159,8	1,9
98	E.Stefanello	630	5,4	0,0	0,98	6,7	3,2	10,8	8,7	21,9	146,1	3,9
99	E.Stefanello	630	5,4	0,0	1,23	7,5	2,0	15,2	8,2	21,4	116,1	2,7
100	E.Stefanello	630	4,8	0,0	0,86	4,3	1,7	19,2	6,2	26,8	101,8	2,4
101	D. Parizotto	260	5,6	0,0	0,42	4,1	1,3	42,1	1,5	53,4	61,9	4,1
102	D. Parizotto	260	5,5	0,0	0,40	3,8	1,1	56,8	2,1	58,3	58,1	5,0
103	A.Cassol	190	4,9	0,0	0,35	2,5	0,8	25,1	1,5	119,2	7,4	4,0
104	A.Cassol	410	5,6	0,0	0,47	4,5	2,6	73,6	7,2	64,2	52,7	2,1
105	N.Meert-2	710	5,2	0,0	1,48	5,5	1,9	141,0	6,0	39,6	89,2	10,7
106	N.Meert-2	710	5,5	0,0	1,13	6,2	1,9	96,0	6,4	31,3	91,8	6,0
106	N.Meert-2	710	5,5	0,0	1,13	6,2	1,9	96,0	6,4	31,3	91,8	6,0
107	L.Wallauer	670	5,8	0,0	0,40	4,0	1,8	5,3	5,8	28,3	63,0	0,1
109	L.Wallauer	640	4,0	0,1	0,75	3,0	1,9	16,2	8,1	37,7	82,9	3,7
112	M. Mori	710	5,4	0,0	1,51	7,1	3,0	20,4	7,5	18,8	230,7	3,2
113	M. Mori	710	5,8	0,0	2,05	8,5	3,0	17,7	10,5	22,6	224,2	3,8
114	E.Yamamoto	410	5,7	0,0	0,69	4,4	1,9	16,4	2,2	21,4	140,8	3,2
115	E.Yamamoto	410	5,5	0,3	0,75	2,5	0,9	12,9	3,5	96,0	68,1	2,8
116	I.Schuambach	710	4,9	0,1	1,25	4,2	1,7	13,5	6,4	52,8	72,3	6,9



ANEXO 6 - Resultados analíticos de amostras de solo coletadas na camada de 5 - 10 cm em lavouras de soja, variedade CD 202, na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001

Parcela	Produtor	Argila	pH	Al	K	Ca	Mg	P	Cu	Fe	Mn	Zn
		g.kg <sup>-1</sup>	CaCl <sub>2</sub>	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>				mg.dm <sup>-3</sup>				
1	A.Ricci	470	6,4	0,0	0,58	7,6	1,3	11,1	10,9	12,2	162,1	10,2
2	A.Ricci	470	5,4	0,0	0,58	4,4	1,4	3,2	7,5	39,3	118,0	1,4
3	A.Mazagão	710	5,4	0,0	0,43	5,5	1,6	15,7	7,3	29,9	48,3	5,2
4	A.Mazagão	710	5,2	0,0	1,25	10,6	2,3	3,5	8,0	18,3	172,0	4,9
6	A.Mazagão	540	5,8	0,0	0,92	6,4	2,5	3,8	5,7	31,0	95,8	1,9
8	N.Meert-1	370	5,4	0,0	1,07	7,0	1,2	17,7	8,7	20,9	172,5	6,6
9	N.Meert-1	540	5,6	0,0	1,42	8,7	1,5	22,4	11,4	10,1	212,0	11,0
10	A.Velloso	610	6,1	0,0	1,04	10,9	2,3	21,5	18,3	11,2	226,9	9,6
11	A.Velloso	510	5,9	0,0	0,88	7,4	2,1	17,2	9,1	14,4	155,2	3,9
12	A.Velloso	510	5,2	0,0	0,79	5,2	1,6	40,4	6,6	29,6	114,8	1,8
13	J.Rolim	340	4,6	0,1	0,47	4,0	0,7	17,5	6,0	31,8	160,0	4,2
14	J.Rolim	340	5,0	0,0	0,63	5,4	0,8	11,6	9,1	80,4	204,8	9,6
15	L.Pasqualoto	670	4,9	0,1	0,49	4,2	2,0	7,7	8,7	61,9	105,6	1,6
16	L.Pasqualoto	670	5,4	0,0	0,38	6,0	2,1	9,3	10,5	61,5	114,8	2,5
17	N.Kruger	660	6,1	0,0	0,38	9,4	5,0	58,5	19,2	18,8	149,1	7,1
20	G. Fritz	710	5,1	0,0	1,71	10,0	2,9	6,1	13,4	16,2	180,2	6,1
22	M.Berres	510	6,3	0,0	0,21	5,7	3,0	42,8	3,9	60,8	36,7	3,7
23	M.Berres	290	5,2	0,0	0,17	4,7	2,1	26,5	5,7	58,6	42,8	1,9
24	M.Berres	840	4,7	0,2	0,31	4,8	1,8	16,3	9,4	42,0	80,2	1,3
25	M.Berres	290	5,4	0,0	0,19	3,8	1,3	53,2	2,2	44,1	18,8	1,7
26	E. Schinzak	180	5,4	0,0	0,32	2,8	1,0	92,4	2,1	43,9	14,5	8,9
32	J.Colla	770	5,1	0,0	0,25	7,9	3,8	7,2	18,0	54,4	147,2	1,9
33	J.Colla	180	5,4	0,0	0,27	3,1	1,1	62,9	1,3	73,3	19,3	5,3
34	J.Colla	180	5,5	0,0	0,19	3,0	1,2	44,7	0,5	78,7	20,0	1,7
35	Altair	770	5,9	0,0	0,24	6,1	2,3	20,4	3,8	52,1	78,1	0,7
36	Altair	770	5,3	0,0	0,15	4,7	1,9	13,2	4,0	45,3	41,2	1,2
41	M.Natsumeda	310	4,6	0,1	0,37	2,4	0,5	24,8	7,1	102,5	189,8	3,9
42	M.Natsumeda	310	4,9	0,0	0,42	2,9	0,6	24,6	5,1	32,0	107,7	3,2
43	M.Natsumeda	420	5,4	0,0	0,84	6,8	1,0	18,3	10,1	24,4	208,2	10,8
44	M.Silva	730	5,3	0,0	1,07	6,3	1,9	24,6	16,1	25,1	103,4	1,9

continua

## ANEXO 6 - Continuação

Parcela	Produtor	Argila g.kg <sup>-1</sup>	pH CaCl <sub>2</sub>	Al	K	Ca	Mg	P	Cu	Fe	Mn	Zn
				cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>				mg.dm <sup>-3</sup>				
45	M.Silva	730	5,4	0,0	0,81	6,3	1,6	22,4	13,1	25,9	133,1	2,1
47	M.Sumioaka	730	6,0	0,0	1,21	11,7	2,9	40,9	16,4	20,2	239,5	22,8
48	M.Sumioaka	730	6,0	0,0	1,33	12,3	2,7	83,4	16,1	16,3	196,3	34,9
49	E.Reis	730	5,6	0,0	0,96	7,0	2,1	5,4	12,6	16,3	141,2	4,7
50	E.Reis	730	5,7	0,0	0,84	6,3	1,8	10,0	8,7	23,6	119,6	2,0
51	M.Silva	710	6,0	0,0	0,34	7,9	3,6	17,2	15,5	26,3	119,1	2,4
52	M.Silva	710	5,4	0,0	1,07	9,0	2,6	28,4	17,1	11,8	109,9	9,5
54	J.Reis	80	4,9	0,0	0,23	1,3	0,3	52,1	1,8	48,0	53,5	3,6
55	J.Reis	80	4,7	0,1	0,36	2,0	0,3	29,6	3,5	33,6	118,9	5,5
56	L.Triches	710	4,8	0,1	0,98	4,0	1,3	9,7	6,9	28,8	114,9	1,6
57	L.Triches	710	5,1	0,1	0,75	5,2	1,6	10,5	6,3	21,9	148,6	1,9
58	L.Triches	710	5,3	0,0	0,73	5,3	1,5	8,2	6,0	19,5	142,3	1,3
59	L.Maran	540	5,6	0,0	0,94	9,3	1,0	14,4	7,3	9,5	153,5	9,6
60	L.Maran	540	5,4	0,0	1,09	9,5	1,1	26,0	7,8	11,5	172,4	8,1
61	I. Kilian	190	5,1	0,0	0,58	2,9	0,7	23,1	2,5	92,2	112,2	4,5
62	I. Kilian	190	5,2	0,0	0,47	3,3	0,6	34,0	2,5	51,6	137,8	7,3
63	M. Biagi	310	5,2	0,0	0,63	4,7	0,7	11,1	10,1	74,1	171,9	7,3
64	M. Biagi	260	4,8	0,0	0,22	3,4	0,6	14,7	6,3	42,8	137,8	11,6
65	O. Biagi	630	5,5	0,0	1,11	8,8	1,6	15,6	9,4	19,5	230,7	6,6
66	O. Biagi	630	5,7	0,0	1,20	10,0	1,8	21,2	9,9	10,1	198,5	13,6
67	O. Biagi	610	5,3	0,0	0,96	5,8	1,7	21,3	11,7	23,5	185,3	3,5
68	O. Biagi	610	5,4	0,0	0,58	6,3	1,8	20,7	8,5	19,0	181,0	3,8
69	D.ReolonG	840	4,8	0,1	0,51	4,6	1,3	37,9	13,3	57,8	103,6	6,8
70	D.ReolonG	840	4,6	0,2	0,26	4,4	1,0	30,6	13,0	57,8	77,5	4,4
72	G. Eberhardt	540	4,5	0,1	0,58	4,4	1,0	12,7	6,4	43,5	110,1	2,1
73	G. Eberhardt	540	4,4	0,2	0,63	3,5	1,2	10,0	5,9	55,0	130,9	1,5
74	G. Eberhardt	540	4,6	0,2	0,60	3,0	1,1	9,7	7,3	41,7	80,4	0,8
75	M.Suzuki	220	6,3	0,0	0,17	4,4	1,3	10,5	2,9	136,3	64,2	5,0
76	M.Suzuki	220	6,5	0,0	0,17	4,1	1,3	7,0	2,6	161,1	51,4	2,1
77	D.ReolonCl	720	5,6	0,0	0,28	6,5	2,3	42,1	17,4	80,5	140,1	5,4
78	D.ReolonCl	720	5,6	0,0	0,24	6,4	2,2	34,4	18,2	51,7	158,6	4,1

continua

ANEXO 6 - Continuação

Parcela	Produtor	Argila g.kg <sup>-1</sup>	pH CaCl <sub>2</sub>	Al	K	Ca	Mg	P	Cu	Fe	Mn	Zn
				-----cmol <sub>e</sub> .dm <sup>-3</sup> -----				-----mg.dm <sup>-3</sup> -----				
81	E.Palombo	710	5,8	0,0	1,48	9,4	2,0	11,0	25,0	13,2	231,2	41,4
82	E.Palombo	710	5,7	0,0	1,32	9,8	2,1	14,5	28,0	17,3	203,8	38,8
83	B.Nelsin	570	5,6	0,0	0,81	9,4	1,8	5,2	17,7	9,7	141,4	9,1
85	B.Nelsin	640	5,5	0,0	1,00	7,0	1,9	5,8	13,2	20,7	146,1	2,1
86	J.Hasegawa	640	5,1	0,0	0,88	7,7	1,9	12,9	27,5	18,6	248,6	11,5
87	J.Hasegawa	640	5,3	0,0	0,97	7,8	1,8	13,4	24,6	14,6	228,8	10,3
88	A.Freire	710	5,3	0,0	0,73	7,7	2,9	5,6	9,0	31,2	172,5	4,0
89	A.Freire	710	5,5	0,0	0,71	7,4	3,0	7,7	9,4	30,8	133,8	3,5
90	M.Carvalho	690	4,6	0,2	0,49	4,4	1,3	12,7	14,5	29,2	171,6	1,8
91	M.Carvalho	690	4,5	0,3	0,59	3,7	1,2	10,5	14,1	34,1	150,8	1,5
98	E.Stefanello	630	5,1	0,0	0,71	6,7	2,8	10,8	8,5	22,3	127,2	3,2
99	E.Stefanello	630	5,1	0,0	0,84	7,0	1,4	44,4	9,1	27,9	115,7	5,7
100	E.Stefanello	630	4,4	0,1	0,65	4,0	1,2	25,4	6,9	34,0	100,0	2,1
101	D.Parizotto	260	5,3	0,0	0,23	4,0	1,3	47,4	2,2	46,5	61,0	5,5
102	D.Parizotto	260	5,6	0,0	0,17	3,5	1,2	35,7	2,1	71,3	49,8	2,7
103	A.Cassol	190	4,8	0,1	0,23	2,5	0,8	22,7	2,1	138,5	6,6	3,7
104	A.Cassol	410	5,7	0,0	0,21	4,4	2,5	60,1	7,8	81,9	53,3	1,6
105	N.Meert-2	710	5,3	0,0	0,96	5,2	1,8	69,1	6,7	41,9	69,8	4,8
106	N.Meert-2	710	5,4	0,0	0,67	5,4	1,7	61,5	8,3	40,4	68,2	3,6
107	L.Wallauer	670	5,5	0,0	0,15	3,9	1,7	3,5	6,0	35,1	67,1	0,3
109	L.Wallauer	640	4,8	0,2	0,36	2,7	1,7	25,5	8,3	46,0	82,0	4,6
112	M.Mori	710	5,4	0,0	0,86	7,7	3,0	13,3	8,0	17,6	193,8	2,4
113	M.Mori	710	5,7	0,0	1,29	8,7	2,9	18,8	12,1	26,0	203,8	5,9
114	E.Yamamoto	410	5,6	0,0	0,47	4,0	1,6	14,5	2,2	21,1	117,4	3,0
115	E.Yamamoto	410	4,2	0,7	0,28	2,4	0,5	10,0	3,7	100,5	60,1	1,9
116	I.Schuambach	710	4,8	0,1	0,65	4,5	1,9	10,0	6,2	54,3	84,2	7,0

ANEXO 7 - Resultados analíticos de amostras de solo coletadas na camada de 10 - 20 cm em lavouras de soja, variedade CD 202, na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001

Parcela	Produtor	Argila	pH	Al	K	Ca	Mg	P	Cu	Fe	Mn	Zn
		g.kg <sup>-1</sup>	CaCl <sub>2</sub>	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>				mg.dm <sup>-3</sup>				
1	A.Ricci	470	6,1	0,0	0,51	7,3	1,2	3,6	11,8	12,6	146,2	9,6
2	A.Ricci	470	4,9	0,1	0,38	3,6	1,3	0,5	9,8	44,0	54,7	0,5
3	A.Mazagão	710	4,4	0,8	0,14	2,6	0,8	0,4	7,1	41,1	35,6	0,4
4	A.Mazagão	710	5,5	0,0	0,87	11,0	2,4	1,3	10,4	12,9	139,8	1,2
6	A.Mazagão	540	5,4	0,0	0,49	5,3	2,5	0,1	6,9	34,2	101,7	1,5
8	N.Meert-1	370	5,5	0,0	0,61	7,0	0,8	8,5	9,8	17,0	163,2	2,8
9	N.Meert-1	540	5,6	0,0	0,96	9,5	1,3	7,1	13,8	11,9	194,3	5,5
10	A.Velloso	610	6,0	0,0	0,65	9,3	1,6	3,0	27,4	13,0	232,6	8,3
11	A.Velloso	510	5,8	0,0	0,59	6,1	1,4	4,1	12,9	20,6	147,1	2,5
12	A.Velloso	510	5,0	0,1	0,59	3,7	1,2	5,5	8,6	30,4	80,6	0,9
13	J.Rolim	340	4,7	0,1	0,19	4,2	0,6	5,1	7,3	26,4	155,2	1,6
14	J.Rolim	340	5,2	0,0	0,24	5,0	0,8	3,7	10,0	41,6	158,0	5,2
15	L.Pasqualoto	670	4,5	0,2	0,18	2,6	1,3	2,1	8,6	77,1	71,9	0,7
16	L.Pasqualoto	670	5,0	0,0	0,13	4,4	1,4	2,9	10,7	61,2	82,6	1,3
17	N.Kruger	660	5,9	0,0	0,16	9,1	4,7	22,0	20,3	19,1	122,9	1,4
20	G. Fritz	710	5,3	0,0	1,20	10,5	3,0	1,2	14,5	15,9	232,6	3,7
22	M.Berres	510	6,4	0,0	0,05	5,2	2,6	15,7	4,0	76,7	32,1	0,4
23	M.Berres	290	5,3	0,0	0,05	4,3	1,8	11,6	6,2	70,6	31,3	0,5
24	M.Berres	840	4,6	0,4	0,13	4,3	1,5	9,2	10,3	53,3	70,1	0,4
25	M.Berres	290	5,2	0,0	0,06	3,2	1,1	21,0	2,8	50,7	12,7	0,1
26	E. Schinzak	180	5,3	0,0	0,24	2,9	0,7	96,0	2,3	62,7	11,0	5,2
32	J.Colla	770	4,9	0,2	0,08	6,4	3,2	2,8	18,2	35,6	94,1	0,3
33	J.Colla	180	5,6	0,0	0,13	3,0	1,1	27,6	0,9	81,2	12,4	1,4
34	J.Colla	180	5,7	0,0	0,04	2,8	1,1	13,4	0,7	105,0	12,5	0,6
35	Altair	770	5,7	0,0	0,08	5,2	1,7	9,5	4,8	71,5	67,8	0,3
36	Altair	770	4,9	0,1	0,04	3,6	1,3	5,8	4,6	43,5	28,9	0,2
41	M.Natsumeda	310	4,5	0,1	0,19	2,6	0,4	9,7	7,0	71,3	134,7	2,6
42	M.Natsumeda	310	4,7	0,1	0,27	3,0	0,4	11,3	5,8	35,8	103,4	2,3
43	M.Natsumeda	420	5,6	0,0	0,51	6,9	0,8	3,3	11,9	23,2	171,4	8,3
44	M.Silva	730	5,0	0,1	0,67	5,4	1,4	17,8	17,8	39,2	101,3	0,8

continua

ANEXO 7 - Continuação

Parcela	Produtor	Argila	pH CaCl <sub>2</sub>	Al	K	Ca	Mg	P	Cu	Fe	Mn	Zn
		g.kg <sup>-1</sup>		cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>				mg.dm <sup>-3</sup>				
45	M.Silva	730	5,3	0,0	0,29	5,7	1,1	7,9	14,2	25,1	77,8	0,9
47	M.Sumiooka	730	6,0	0,0	0,71	11,7	2,7	15,0	19,1	12,1	193,0	17,0
48	M.Sumiooka	730	6,0	0,0	1,13	12,3	2,6	66,9	18,1	20,9	206,0	32,2
49	E.Reis	730	5,6	0,0	0,61	6,9	2,1	2,1	14,5	20,9	135,8	3,5
50	E.Reis	730	5,6	0,0	0,45	6,0	1,6	3,0	10,2	25,5	77,8	0,9
51	M.Silva	710	5,9	0,0	0,11	7,8	3,1	15,8	16,1	28,2	74,7	0,5
52	M.Silva	710	5,4	0,0	0,65	9,1	2,4	21,5	17,3	12,9	118,5	5,2
54	J.Reis	80	4,5	0,1	0,24	1,8	0,2	33,0	1,8	46,8	77,1	2,8
55	J.Reis	80	4,7	0,1	0,19	2,1	0,2	9,0	4,2	44,0	117,1	2,7
56	L.Triches	710	4,7	0,2	0,77	3,6	1,3	2,8	7,6	34,0	92,9	0,8
57	L.Triches	710	4,9	0,1	0,49	4,6	1,4	5,8	7,1	24,3	104,6	1,4
58	L.Triches	710	5,2	0,0	0,35	5,5	1,5	4,5	7,6	23,9	136,9	1,1
59	L.Maran	540	5,5	0,0	0,58	8,8	0,7	6,3	9,4	15,5	182,7	8,4
60	L.Maran	540	5,5	0,0	0,69	10,0	0,9	5,7	9,2	12,7	204,3	7,3
61	I. Killian	190	4,7	0,1	0,32	2,2	0,5	7,3	1,8	93,8	82,5	1,3
62	I. Killian	190	4,8	0,0	0,32	2,8	0,3	12,7	2,5	38,8	129,3	3,1
63	M. Biagi	310	5,2	0,0	0,32	5,3	0,6	2,8	12,0	83,0	162,9	4,9
64	M. Biagi	260	4,8	0,0	0,09	3,5	0,5	6,8	7,1	40,8	136,9	3,9
65	O. Biagi	630	5,6	0,0	0,67	9,0	1,3	3,4	10,3	21,5	227,6	6,1
66	O. Biagi	630	5,7	0,0	1,13	9,8	1,4	5,9	10,7	7,6	189,1	11,7
67	O. Biagi	610	5,1	0,0	0,40	5,0	1,4	15,0	14,1	30,4	159,3	1,6
68	O. Biagi	610	5,3	0,0	0,27	6,9	1,6	11,6	9,0	18,3	122,1	4,4
69	D.ReolonG	840	5,0	0,0	0,12	4,9	1,2	10,5	11,3	70,4	80,3	1,2
70	D.ReolonG	840	4,6	0,2	0,10	4,5	0,9	7,0	12,8	76,9	80,1	1,2
72	G. Eberhardt	540	4,4	0,2	0,35	4,3	0,8	4,3	8,0	55,3	117,3	1,7
73	G. Eberhardt	540	4,3	0,5	0,32	3,3	1,0	4,6	6,8	49,9	108,9	0,5
74	G. Eberhardt	540	4,6	0,3	0,26	3,0	1,0	6,1	8,2	52,8	108,9	0,1
75	M.Suzuki	240	6,3	0,0	0,05	3,0	0,7	3,6	2,4	119,7	35,5	0,0
76	M.Suzuki	240	6,3	0,0	0,10	2,9	0,7	3,4	2,6	171,2	21,8	0,1
77	D.ReolonCi	720	5,3	0,0	0,12	6,4	1,9	11,5	18,4	100,1	112,0	2,2
78	D.ReolonCi	720	5,5	0,0	0,11	6,2	1,8	19,7	18,7	62,1	130,6	2,1

continua

ANEXO 7 - Continuação

Parcela	Produtor	Argila	pH	Al	K	Ca	Mg	P	Cu	Fe	Mn	Zn
		g.kg <sup>-1</sup>	CaCl <sub>2</sub>	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>				mg.dm <sup>-3</sup>				
81	E.Palombo	710	5,6	0,0	0,96	9,4	1,9	5,5	25,4	11,8	200,7	38,8
82	E.Palombo	710	5,6	0,0	1,00	10,4	2,1	9,5	30,7	22,1	230,4	41,6
83	B.Nelsin	570	5,5	0,0	0,43	9,4	1,8	2,3	21,3	14,1	148,9	8,7
85	B.Nelsin	640	5,5	0,0	0,67	7,5	2,0	2,7	13,6	23,9	150,3	1,4
86	J.Hasegawa	640	5,1	0,0	0,51	7,8	1,8	4,8	28,0	22,3	234,4	10,3
87	J.Hasegawa	640	5,3	0,0	0,74	8,6	1,9	5,8	25,1	15,8	224,5	9,6
88	A.Freire	710	5,3	0,0	0,38	8,0	2,8	2,5	10,3	22,3	120,1	1,8
89	A.Freire	710	5,3	0,0	0,33	8,3	3,1	2,6	10,5	30,0	135,2	2,3
90	M.Carvalho	690	4,6	0,2	0,15	4,4	1,4	2,6	17,0	45,4	148,0	1,1
91	M.Carvalho	690	4,5	0,3	0,23	3,7	1,2	2,0	16,1	41,4	108,3	0,7
98	E.Stefanello	630	5,4	0,0	0,33	7,3	2,6	7,2	8,7	16,9	107,8	0,9
99	E.Stefanello	630	5,0	0,0	0,37	6,3	1,1	9,5	8,7	25,2	76,6	1,1
100	E.Stefanello	630	4,2	0,5	0,25	2,9	0,9	10,6	6,4	39,3	63,6	0,9
101	D.Parizotto	260	5,5	0,0	0,08	3,4	1,3	5,5	2,1	82,3	35,2	0,9
102	D.Parizotto	260	5,7	0,0	0,08	3,1	1,1	6,2	2,4	111,9	35,5	0,5
103	A.Cassol	190	4,9	0,0	0,12	2,4	0,8	12,1	1,9	137,0	2,7	1,4
104	A.Cassol	410	6,0	0,0	0,10	4,4	2,6	25,9	8,7	100,4	50,0	1,2
105	N.Meert-2	710	5,5	0,0	0,43	5,1	1,8	17,7	6,9	42,3	54,2	0,9
106	N.Meert-2	710	5,7	0,0	0,29	5,8	1,9	15,2	8,0	52,5	62,2	0,3
107	L.Wallauer	670	4,3	1,1	0,08	1,7	0,7	2,9	5,5	37,4	50,1	0,2
109	L.Wallauer	640	4,7	0,2	0,12	2,5	1,8	3,3	7,6	48,3	60,9	0,3
112	M.Mori	710	5,5	0,0	0,37	7,7	2,9	3,9	9,6	19,9	173,0	1,5
113	M.Mori	710	5,6	0,0	0,90	8,8	2,8	4,9	13,8	31,7	172,5	2,7
114	E.Yamamoto	410	5,7	0,1	0,24	3,0	0,7	2,7	3,0	26,8	103,5	1,0
115	E.Yamamoto	410	4,3	0,6	0,10	2,3	0,6	1,5	4,4	132,9	39,0	0,5
116	I.Schuambach	710	5,0	0,0	0,36	5,0	1,9	6,2	5,6	47,2	59,4	4,2

ANEXO 8 - Resultados analíticos de amostras de solo coletadas na camada de 0 - 20 cm em lavouras de soja, variedade CD 202, na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001

Parcela	Produtor	Argila g.kg <sup>-1</sup>	pH CaCl <sub>2</sub>	H+Al	Al	K	Ca	Mg	P	Cu	Fe	Mn	Zn
				-----cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> -----					-----mg.dm <sup>-3</sup> -----				
1	A.Ricci	470	6,3	1,27	0,0	0,63	7,7	1,4	8,8	11,1	12,9	154,5	9,7
2	A.Ricci	470	5,2	3,49	0,0	0,67	4,9	1,5	2,3	8,0	41,8	111,3	1,7
3	A.Mazagão	710	4,6	5,64	0,4	0,21	3,3	1,0	3,1	8,0	47,6	48,9	0,4
4	A.Mazagão	710	5,5	4,70	0,0	1,00	10,5	2,2	2,0	10,5	16,5	195,4	1,9
6	A.Mazagão	540	5,5	3,94	0,0	0,56	5,4	2,6	4,5	6,9	49,4	135,9	1,9
8	N.Meert-1	370	5,5	3,18	0,0	0,90	7,4	1,0	16,2	9,3	24,9	166,5	5,2
9	N.Meert-1	540	5,6	3,43	0,0	1,00	9,7	1,4	6,3	13,6	10,1	223,3	6,6
10	A.Velloso	610	6,1	2,19	0,0	0,81	10,5	2,0	7,8	25,2	14,1	233,0	8,8
11	A.Velloso	510	5,9	2,44	0,0	0,65	6,7	1,7	9,0	12,4	19,5	160,0	3,3
12	A.Velloso	510	4,9	4,17	0,0	0,65	3,9	1,2	9,8	7,6	34,7	95,9	1,0
13	J.Rolim	340	4,7	3,76	0,1	0,31	4,0	0,6	6,8	6,9	27,5	168,5	2,6
14	J.Rolim	340	5,1	3,51	0,0	0,41	5,8	0,9	5,5	10,0	56,4	199,5	8,1
15	L.Pasqualoto	670	4,6	6,95	0,2	0,25	3,3	1,6	3,8	8,9	67,7	85,4	1,0
16	L.Pasqualoto	670	5,1	5,22	0,0	0,15	5,4	1,7	4,0	10,7	72,8	110,0	1,6
17	N.Kruger	660	6,0	2,75	0,0	0,18	9,2	4,7	30,3	20,1	22,4	147,1	2,2
20	G. Fritz	710	5,3	5,29	0,0	1,21	10,1	3,0	1,8	14,0	9,0	131,0	3,6
22	M.Berres	510	6,4	1,24	0,0	0,12	5,9	3,0	23,4	4,2	60,8	33,8	1,1
23	M.Berres	290	5,2	4,09	0,0	0,06	4,4	1,9	14,2	5,8	57,5	31,8	0,7
24	M.Berres	840	4,6	6,64	0,3	0,16	4,2	1,5	9,5	10,1	47,3	63,3	0,7
25	M.Berres	290	5,2	2,80	0,0	0,10	2,9	1,2	35,6	2,9	46,0	15,4	0,7
26	E. Schinzak	180	5,1	2,42	0,0	0,29	2,8	0,7	102	3,8	56,7	14,7	14,5
32	J.Colla	770	4,8	6,27	0,2	0,15	7,5	3,8	3,0	20,5	37,3	135,3	0,4
33	J.Colla	180	5,6	1,57	0,0	0,20	3,0	1,1	46,9	1,3	66,8	16,2	3,3
34	J.Colla	180	5,6	1,98	0,0	0,08	2,7	1,1	25,0	1,1	78,7	15,3	1,0
35	Altair	770	5,6	2,97	0,0	0,12	5,3	1,8	9,9	4,6	54,2	68,0	0,5
36	Altair	770	5,0	4,57	0,1	0,06	4,1	1,5	8,8	4,8	53,2	38,3	0,5
41	M.Natsumeda	310	4,6	3,57	0,1	0,27	2,4	0,3	14,2	7,3	72,8	143,4	2,9
42	M.Natsumeda	310	4,7	3,47	0,1	0,35	3,0	0,4	18,4	6,1	40,0	115,3	3,1
43	M.Natsumeda	420	5,5	2,87	0,0	0,69	7,0	0,9	8,8	11,3	19,4	167,7	10,1
44	M.Silva	730	5,2	4,27	0,0	0,77	6,2	1,6	12,0	16,4	32,7	77,9	0,8

continua

ANEXO 8 - Continuação

Parcela	Produtor	Argila	pH	H+Al	Al	K	Ca	Mg	P	Cu	Fe	Mn	Zn
		g.kg <sup>-1</sup>	CaCl <sub>2</sub>	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>					mg.dm <sup>-3</sup>				
45	M.Silva	730	5,3	4,58	0,0	0,46	6,4	1,3	15,0	14,0	26,3	114,2	1,6
47	M.Sumloka	730	6,0	2,97	0,0	0,94	12,3	2,8	28,7	17,6	15,2	226,5	21,2
48	M.Sumloka	730	5,9	3,78	0,0	1,36	12,0	2,5	79,8	16,7	18,2	181,7	39,2
49	E.Reis	730	5,6	3,77	0,0	0,88	7,5	2,2	4,9	13,8	22,8	165,0	5,3
50	E.Reis	730	5,7	3,98	0,0	0,79	6,1	1,6	10,4	8,9	25,1	120,9	2,9
51	M.Silva	710	6,0	2,97	0,0	0,19	8,3	3,5	16,8	15,4	21,7	77,9	1,4
52	M.Silva	710	5,3	5,68	0,0	0,92	9,3	2,5	17,9	17,4	12,9	154,7	5,0
54	J.Reis	80	4,9	1,77	0,0	0,24	1,4	0,3	55,9	2,5	51,6	60,0	3,8
55	J.Reis	80	4,7	2,57	0,1	0,27	2,0	0,3	30,0	4,4	48,8	125,7	5,8
56	L.Triches	710	4,8	5,37	0,1	0,86	4,1	1,4	4,6	7,1	30,8	136,4	1,3
57	L.Triches	710	5,1	5,48	0,0	0,69	5,2	1,5	8,0	6,2	22,3	155,3	1,8
58	L.Triches	710	5,3	3,87	0,0	0,38	5,0	1,4	4,6	6,3	16,7	115,3	0,9
59	L.Maran	540	5,5	3,78	0,0	0,82	9,3	0,9	12,5	7,8	10,7	158,0	8,8
60	L.Maran	540	5,5	3,57	0,0	0,92	9,5	1,0	23,4	8,5	15,9	211,9	7,5
61	I. Kilian	190	4,8	2,87	0,0	0,41	2,3	0,6	19,3	2,5	103,1	89,7	2,8
62	I. Kilian	190	4,9	3,08	0,0	0,41	3,2	0,5	29,5	3,1	50,8	138,7	6,5
63	M. Biagi	310	5,2	2,97	0,0	0,50	5,0	0,7	5,8	11,0	66,9	180,4	6,6
64	M. Biagi	260	4,8	3,07	0,0	0,15	3,4	0,6	9,3	6,5	40,8	124,3	3,9
65	O. Biagi	630	5,6	3,98	0,0	0,90	8,8	1,5	8,8	8,5	14,3	198,9	7,5
66	O. Biagi	630	5,9	3,68	0,0	0,88	9,8	1,5	12,7	10,3	9,3	198,0	11,8
67	O. Biagi	610	5,1	5,48	0,0	0,58	5,4	1,5	14,9	13,0	25,5	164,5	3,2
68	O. Biagi	610	5,3	3,97	0,0	0,40	7,1	1,7	13,9	7,9	14,0	116,5	2,7
69	D.ReolonG	840	4,9	4,57	0,0	0,19	4,5	1,1	13,6	13,0	75,1	118,5	3,5
70	D.ReolonG	840	4,6	5,78	0,2	0,36	4,6	1,0	11,2	13,3	72,6	104,4	2,2
72	G. Eberhardt	540	4,4	6,07	0,2	0,45	4,3	0,9	10,8	7,7	48,5	116,1	1,7
73	G. Eberhardt	540	4,3	6,88	0,5	0,42	3,8	1,1	7,1	7,1	70,8	120,1	0,9
74	G. Eberhardt	540	4,6	5,17	0,2	0,31	3,1	1,0	8,2	8,0	54,2	77,7	0,1
75	M.Suzuki	240	6,4	0,57	0,0	0,06	3,9	1,1	3,0	2,9	140,9	59,9	0,9
76	M.Suzuki	240	6,4	1,08	0,0	0,13	4,0	1,2	10,0	2,9	190,2	41,0	2,4
77	D.ReolonCi	720	5,4	3,68	0,0	0,15	6,1	2,0	13,0	17,4	81,7	111,1	2,8
78	D.ReolonCi	720	5,4	3,67	0,0	0,09	6,0	1,7	24,4	18,4	64,1	119,7	2,8

continua



ANEXO 8 - Continuação

Parcela	Produtor	Argila	pH	H+Al	Al	K	Ca	Mg	P	Cu	Fe	Mn	Zn
		g.kg <sup>-1</sup>	CaCl <sub>2</sub>	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>					mg.dm <sup>-3</sup>				
81	E.Palombo	710	5,6	3,57	0,0	1,11	10,2	2,3	9,0	26,7	18,1	194,3	40,7
82	E.Palombo	710	5,7	3,78	0,0	1,00	11,1	2,1	10,0	30,7	24,1	231,3	40,2
83	B.Nelsin	570	5,6	4,28	0,0	0,51	9,7	1,8	3,2	21,0	11,7	174,9	9,0
85	B.Nelsin	640	5,4	4,38	0,0	0,77	7,4	2,0	3,5	13,6	23,5	141,4	1,7
86	J.Hasegawa	640	5,2	5,38	0,0	0,58	7,8	1,8	3,9	28,9	19,8	244,8	10,2
87	J.Hasegawa	640	5,3	5,08	0,0	0,74	8,4	1,9	6,3	26,1	19,8	229,7	9,4
88	A.Freire	710	5,3	4,88	0,0	0,51	7,5	2,7	4,0	9,7	21,5	122,5	2,4
89	A.Freire	710	5,5	4,08	0,0	0,58	8,6	3,4	4,2	10,5	36,1	182,5	3,2
90	M.Carvalho	690	4,6	6,18	0,2	0,35	4,7	1,4	5,6	15,9	33,7	165,0	1,6
91	M.Carvalho	690	4,5	5,68	0,3	0,31	3,9	1,3	4,7	15,4	38,5	136,6	1,1
98	E.Stefanello	630	5,3	5,78	0,0	0,38	7,3	2,7	15,6	8,4	17,3	130,4	1,6
99	E.Stefanello	630	5,0	5,58	0,0	0,47	6,5	1,1	9,8	8,5	21,4	60,8	1,3
100	E.Stefanello	630	4,4	6,18	0,2	0,31	3,7	1,1	16,5	7,8	45,4	107,8	1,7
101	D.Parizotto	260	5,4	2,88	0,0	0,10	3,7	1,3	12,4	2,1	53,4	49,3	2,2
102	D.Parizotto	260	5,5	2,38	0,0	0,15	3,4	1,1	19,0	2,6	67,8	46,4	2,3
103	A.Cassol	190	4,9	3,88	0,0	0,20	2,4	0,8	16,6	2,3	112,5	4,8	3,4
104	A.Cassol	410	6,0	1,98	0,0	0,20	4,6	2,7	57,8	8,1	62,6	48,6	2,4
105	N.Meert-2	710	5,5	3,18	0,0	0,45	5,3	2,0	30,0	6,9	38,9	54,3	1,8
106	N.Meert-2	710	5,8	2,98	0,0	0,49	5,4	1,7	29,4	8,1	37,7	64,1	1,6
107	L.Wallauer	670	5,0	5,08	0,0	0,12	4,0	1,7	3,2	6,2	33,2	58,6	0,1
109	L.Wallauer	640	4,7	5,78	0,1	0,17	3,0	2,0	6,8	8,0	40,4	63,4	1,9
112	M.Mori	710	5,4	4,08	0,0	0,48	7,2	2,7	7,2	8,4	21,4	179,5	1,9
113	M.Mori	710	5,7	3,68	0,0	1,05	8,3	2,7	14,0	11,8	26,0	157,8	3,3
114	E.Yamamoto	410	5,0	3,88	0,0	0,41	3,5	1,3	9,0	2,6	27,5	124,3	2,4
115	E.Yamamoto	410	4,2	7,08	0,7	0,27	2,1	0,5	7,4	3,9	114,6	57,4	1,6
116	I.Schuambach	710	4,9	6,18	0,1	0,43	4,8	2,0	7,3	6,0	47,9	60,3	4,8

ANEXO 9 - Resultados analíticos de amostras de solo coletadas na camada de 20 - 40 cm em lavouras de soja, variedade CD 202, na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001

Parcela	Produtor	Argila g.kg <sup>-1</sup>	pH CaCl <sub>2</sub>	H+Al	Al	K	Ca	Mg	P	Cu	Fe	Mn	Zn
				cmol.c.dm <sup>-3</sup>				mg.dm <sup>-3</sup>					
1	A.Ricci	540	6,1	1,58	0,0	0,49	6,3	1,2	2,1	15,4	21,9	105,7	6,4
2	A.Ricci	540	4,4	4,22	0,5	0,33	2,1	0,7	0,1	11,6	59,9	30,2	0,0
3	A.Mazagão	720	4,1	6,76	1,6	0,10	1,0	0,4	0,1	7,3	40,7	43,7	0,0
4	A.Mazagão	720	5,6	3,55	0,0	0,63	8,6	2,3	0,7	12,9	13,6	70,4	0,2
6	A.Mazagão	570	4,5	5,43	0,5	0,23	2,1	1,3	0,1	8,2	41,1	54,9	0,0
8	N.Meert-1	410	5,8	2,19	0,0	0,39	6,8	0,8	2,6	13,1	18,0	131,8	1,3
9	N.Meert-1	570	5,8	2,57	0,0	0,61	8,5	1,3	1,7	18,0	14,1	131,4	2,5
10	A.Velloso	640	6,0	1,95	0,0	0,45	8,2	1,3	1,0	42,0	32,5	193,1	5,8
11	A.Velloso	570	5,7	2,25	0,0	0,35	5,2	1,0	1,5	16,7	28,6	108,8	1,2
12	A.Velloso	570	4,2	5,16	0,8	0,26	1,9	0,6	2,1	10,7	40,9	43,0	0,3
13	J.Rollm	420	5,0	2,51	0,0	0,12	4,4	0,5	1,5	8,4	24,9	101,5	0,8
14	J.Rollm	420	5,2	2,40	0,0	0,20	5,4	0,7	1,9	13,1	30,4	117,3	2,7
15	L.Pasqualoto	670	4,9	4,39	0,1	0,10	2,1	1,1	0,1	6,4	82,9	34,0	0,4
16	L.Pasqualoto	670	5,2	3,99	0,0	0,05	3,1	0,9	0,7	7,8	81,8	40,8	0,5
17	N.Kruger	740	5,2	4,28	0,1	0,10	5,0	3,0	3,2	17,2	34,7	94,7	0,5
20	G. Fritz	770	5,5	3,47	0,0	0,65	9,7	3,0	0,4	16,3	19,9	70,3	0,8
22	M.Berres	560	6,0	1,92	0,0	0,08	3,6	2,0	3,7	3,9	70,9	10,5	0,1
23	M.Berres	390	4,8	4,18	0,1	0,04	1,9	1,1	1,6	5,1	82,5	6,6	0,1
24	M.Berres	870	4,3	6,39	1,1	0,06	2,0	0,7	1,7	8,5	54,4	29,4	0,1
25	M.Berres	390	4,5	4,52	0,5	0,04	1,6	0,7	4,5	2,6	47,4	1,9	0,1
26	E. Schinzak	220	5,4	1,36	0,0	0,14	2,1	0,5	9,0	1,4	104,4	1,7	0,3
32	J.Colla	820	4,2	7,87	2,4	0,08	3,5	1,6	1,0	15,3	32,3	56,5	0,1
33	J.Colla	260	5,6	1,47	0,0	0,14	2,1	0,9	4,6	0,7	80,5	2,7	0,1
34	J.Colla	260	5,7	1,78	0,0	0,03	2,3	0,9	2,6	0,7	118,3	3,0	0,0
35	Altair	810	5,0	3,67	0,1	0,06	2,9	1,0	2,4	3,3	57,1	22,1	0,2
36	Altair	810	4,4	5,47	0,8	0,04	2,0	0,7	2,6	4,2	62,2	14,4	0,0
41	M.Natsumeda	370	4,9	2,17	0,0	0,12	3,3	0,4	2,1	8,9	73,6	86,2	0,8
42	M.Natsumeda	370	5,0	2,27	0,0	0,18	3,3	0,5	3,6	9,5	49,5	74,3	1,2
43	M.Natsumeda	440	5,7	1,97	0,0	0,41	6,3	0,8	1,8	14,9	34,3	108,3	4,7
44	M.Silva	740	5,0	3,67	0,1	0,39	4,7	1,2	4,1	15,9	38,9	51,5	0,4

continua

ANEXO 9 - Continuação

Parcela	Produtor	Argila	pH	H+Al	Al	K	Ca	Mg	P	Cu	Fe	Mn	Zn
		g.kg <sup>-1</sup>	CaCl <sub>2</sub>			cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>					mg.dm <sup>-3</sup>		
45	M.Silva	740	5,2	4,48	0,0	0,18	5,0	0,9	2,7	16,4	28,9	56,4	0,2
47	M.Sumloka	740	6,0	2,77	0,0	0,50	13,0	2,8	6,0	26,0	18,6	155,2	14,4
48	M.Sumloka	740	5,9	3,48	0,0	0,81	10,3	2,3	11,0	24,6	16,0	122,9	14,8
49	E.Reis	740	5,5	3,17	0,0	0,43	5,3	1,8	1,1	18,1	33,1	99,6	1,3
50	E.Reis	740	5,4	4,08	0,0	0,30	4,1	1,1	1,0	12,3	40,8	50,8	0,1
51	M.Silva	780	5,8	2,87	0,0	0,08	5,4	2,7	1,9	15,5	32,4	41,1	0,0
52	M.Silva	780	5,5	4,78	0,0	0,39	8,1	2,3	2,5	19,0	14,0	77,7	0,2
54	J.Reis	140	4,7	2,47	0,1	0,29	2,2	0,3	19,0	1,8	36,8	98,7	2,6
55	J.Reis	140	4,9	1,27	0,0	0,13	2,2	0,3	3,3	6,2	32,4	72,6	1,0
56	L.Triches	780	4,4	5,37	0,7	0,58	2,5	0,9	1,2	9,4	36,4	48,0	0,1
57	L.Triches	780	4,4	6,18	0,6	0,24	2,8	0,9	1,1	8,9	37,6	51,6	0,3
58	L.Triches	780	5,3	3,47	0,0	0,13	4,3	1,1	1,4	8,3	40,8	77,7	0,0
59	L.Maran	610	5,7	2,88	0,0	0,40	8,0	0,8	1,8	13,2	16,7	96,5	3,5
60	L.Maran	610	5,7	2,47	0,0	0,43	9,1	1,0	2,1	14,3	15,1	112,2	2,7
61	I. Killian	220	4,7	2,17	0,1	0,29	2,0	0,5	3,3	2,4	60,9	41,6	0,3
62	I. Killian	220	5,0	1,78	0,0	0,20	2,1	0,3	5,4	3,5	43,2	88,8	1,3
63	M. Biagi	400	5,3	2,67	0,0	0,21	5,0	0,6	1,2	14,3	46,0	124,8	2,4
64	M. Biagi	320	5,1	1,97	0,0	0,06	3,5	0,5	1,4	9,2	38,4	101,9	1,5
65	O. Biagi	690	5,7	2,98	0,0	0,58	7,7	1,2	1,3	17,9	29,6	139,1	2,6
66	O. Biagi	690	5,8	2,78	0,0	0,63	8,4	1,3	1,5	19,9	19,8	159,3	7,6
67	O. Biagi	660	4,7	5,18	0,2	0,19	3,5	1,1	2,4	17,0	45,9	64,9	0,4
68	O. Biagi	660	5,5	2,97	0,0	0,08	5,4	1,4	1,6	13,7	23,3	36,0	0,4
69	D.ReolonG	870	4,6	4,27	0,3	0,05	2,7	0,8	2,0	10,4	92,0	44,8	0,5
70	D.ReolonG	870	4,6	4,98	0,2	0,09	3,4	0,8	1,6	11,2	91,3	49,5	0,2
72	G. Eberhardt	610	4,8	3,37	0,1	0,20	4,3	0,9	1,3	9,7	40,6	46,2	0,0
73	G. Eberhardt	610	4,4	4,78	0,5	0,19	3,2	0,9	1,6	8,0	51,0	35,5	0,0
74	G. Eberhardt	610	4,2	4,77	0,9	0,13	1,4	0,5	1,6	7,5	60,0	54,9	0,0
75	M.Suzuki	270	6,2	0,77	0,0	0,03	2,2	0,6	1,0	2,4	80,5	20,9	0,0
76	M.Suzuki	270	5,6	2,08	0,0	0,04	1,7	0,5	1,0	2,4	130,9	7,1	0,0
77	D.ReolonCi	770	4,7	5,38	0,1	0,08	3,6	1,1	3,1	17,6	126,9	53,8	0,8
78	D.ReolonCi	770	4,7	4,37	0,2	0,05	3,0	0,9	3,2	15,8	91,7	54,2	0,4

continua

ANEXO 9 - Continuação

Parcela	Produtor	Argila	pH	H+Al	Al	K	Ca	Mg	P	Cu	Fe	Mn	Zn
		g.kg <sup>-1</sup>	CaCl <sub>2</sub>	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>				mg.dm <sup>-3</sup>					
81	E.Palombo	770	5,7	2,47	0,0	0,52	8,3	1,8	1,4	38,7	32,5	130,6	19,6
82	E.Palombo	770	5,8	2,98	0,0	0,51	10,0	1,8	1,7	39,4	22,5	130,1	23,9
83	B.Nelsin	670	5,6	3,48	0,0	0,21	8,1	1,6	1,9	25,5	24,3	66,6	4,0
85	B.Nelsin	670	5,5	3,68	0,0	0,32	5,0	1,5	0,8	16,3	37,7	54,5	0,4
86	J.Hasegawa	720	5,4	3,88	0,0	0,19	7,0	1,7	1,4	34,4	24,7	151,3	19,5
87	J.Hasegawa	720	5,4	3,58	0,0	0,38	7,5	1,8	1,9	29,5	21,1	156,5	18,5
88	A.Freire	810	5,1	4,98	0,1	0,14	5,6	2,2	1,0	12,5	36,9	53,3	0,5
89	A.Freire	810	5,4	3,48	0,0	0,11	6,9	2,3	0,8	14,3	32,8	75,0	0,7
90	M.Carvalho	710	4,9	4,08	0,1	0,09	4,3	1,2	1,1	15,2	54,8	83,7	0,4
91	M.Carvalho	710	4,7	4,38	0,2	0,08	3,6	0,9	0,7	13,9	45,9	58,6	0,4
98	E.Stefanello	660	5,5	3,78	0,0	0,24	5,6	2,0	2,8	7,8	22,6	61,0	0,6
99	E.Stefanello	660	5,2	5,18	0,1	0,16	3,6	0,8	1,1	6,0	29,4	47,4	0,3
100	E.Stefanello	660	4,6	5,38	0,6	0,13	1,9	0,7	1,6	5,3	41,6	53,6	0,4
101	D.Parizotto	290	5,0	2,98	0,0	0,05	1,9	1,0	0,7	2,2	86,5	10,9	0,2
102	D.Parizotto	290	5,2	2,78	0,0	0,10	2,1	0,7	1,3	2,2	101,3	14,1	0,3
103	A.Cassol	200	5,1	2,68	0,0	0,04	1,8	1,0	2,3	1,7	149,4	0,0	0,4
104	A.Cassol	460	5,9	1,98	0,0	0,08	3,4	2,3	7,0	8,5	100,8	21,8	0,5
105	N.Meert-2	710	5,2	3,78	0,0	0,14	3,6	1,5	4,1	6,4	48,3	27,5	0,5
106	N.Meert-2	710	5,8	2,28	0,0	0,17	4,5	1,5	5,8	7,8	50,9	33,9	0,0
107	L.Wallauer	710	4,0	7,18	1,7	0,06	0,6	0,2	0,8	4,9	38,5	53,3	0,0
109	L.Wallauer	670	4,2	6,58	1,3	0,08	1,7	0,7	1,4	6,7	54,0	51,5	0,0
112	M.Mori	810	4,9	5,08	0,1	0,13	5,2	1,8	1,4	11,6	31,7	58,5	0,5
113	M.Mori	810	5,6	3,08	0,0	0,08	7,5	2,2	1,9	15,2	32,9	91,8	1,1
114	E.Yamamoto	480	4,8	3,48	0,1	0,22	2,7	0,6	1,3	3,3	37,0	54,5	0,5
115	E.Yamamoto	480	4,3	5,58	0,6	0,08	1,8	0,5	0,7	3,7	105,1	21,5	0,3
116	I.Schuambach	740	5,0	5,08	0,0	0,19	4,1	1,3	2,5	5,1	58,9	33,9	0,6

ANEXO 10 - Teores foliares de nutrientes e rendimento de grãos de amostras coletadas em lavouras de soja, variedade CD 202, na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001

Parcela	Produtor	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Rendimento
		g.kg <sup>-1</sup>						mg.kg <sup>-1</sup>				kg.ha <sup>-1</sup>	
1	A.Ricci	49,7	3,4	20,0	17,8	4,9	2,9	49,8	12,6	150,5	79,1	85,8	4.167
2	A.Ricci	36,8	2,8	25,5	15,3	4,7	2,1	39,7	7,1	93,2	170,0	78,0	2.390
3	A. Mazagao	43,8	2,4	26,5	11,6	3,9	2,7	40,2	17,2	55,5	122,9	67,2	4.429
4	A.Mazagao	29,1	3,5	24,0	9,7	3,3	3,6	36,9	17,2	62,6	55,2	53,4	4.948
6	A.Mazagao	43,4	2,5	20,0	11,7	4,2	2,9	48,8	13,5	53,1	126,0	53,4	3.339
8	N.Meert-1	39,2	3,2	22,5	11,0	2,9	2,7	50,5	15,3	57,9	76,8	54,6	3.852
9	N.Meert-1	37,5	3,0	25,0	11,2	2,8	2,7	46,9	15,3	50,7	55,2	60,3	4.340
10	A.Velloso	36,4	2,2	25,0	10,6	2,9	3,3	26,9	15,3	96,0	56,8	84,4	4.753
11	A.Velloso	37,1	2,8	25,0	11,0	3,2	3,2	32,3	2,6	76,9	56,8	72,9	4.785
12	A.Velloso	33,6	3,3	25,0	4,4	2,5	2,1	42,9	8,0	50,7	75,2	25,7	3.852
13	J. Rolim	36,8	3,1	23,0	11,9	3,1	2,3	45,1	11,7	134,0	62,9	55,5	4.697
14	J. Rolim	38,9	3,1	26,5	13,3	3,1	2,2	44,5	8,0	112,6	50,6	83,3	3.950
15	L. Pasqualoto	36,8	3,0	24,0	10,0	3,8	2,7	38,0	11,7	53,1	41,4	51,1	3.805
16	L. Pasqualoto	40,3	2,5	17,0	12,3	4,1	2,8	52,1	13,5	67,4	41,4	62,6	5.291
17	N.Kruger	35,7	3,5	16,5	11,4	4,1	2,8	50,2	15,3	74,5	59,8	45,4	3.310
20	G. Frietz	35,0	2,7	25,0	10,9	3,1	2,8	40,3	13,5	57,9	46,0	72,9	4.583
22	M. Berres	36,4	2,9	12,5	12,3	4,7	3,1	36,8	9,9	76,9	27,5	43,1	3.563
23	M. Berres	40,6	3,0	12,0	11,0	5,0	2,6	40,4	5,6	69,2	30,0	43,2	4.066
24	M. Berres	40,6	2,6	18,5	10,3	4,0	2,7	40,1	13,5	84,0	47,5	44,3	3.662
25	M. Berres	40,6	2,9	18,0	12,4	4,2	3,0	38,0	9,9	72,1	27,5	21,1	2.685
26	E. Schinzak	34,3	2,9	22,0	10,9	3,4	2,6	41,3	11,7	69,8	21,4	53,4	4.079
32	J.Colla	38,2	2,3	18,5	10,2	4,4	2,2	51,6	5,6	51,5	76,0	44,3	2.844
33	J.Colla	34,3	3,3	19,0	7,5	3,4	2,1	49,9	5,6	65,0	19,0	29,5	3.887
34	J.Colla	40,6	3,3	22,0	11,1	4,2	3,0	23,8	11,7	65,0	26,0	48,9	3.638
35	Altair	47,6	2,7	15,0	10,0	4,6	2,5	47,5	7,6	69,2	38,0	36,3	4.240
36	Altair	35,4	2,7	15,0	11,4	5,1	2,9	48,4	5,6	66,3	34,0	42,0	3.923
41	M. Natsumeda	33,6	2,4	20,0	14,0	3,7	3,1	50,2	13,5	100,7	87,5	101,6	3.503
42	M. Natsumeda	27,0	2,1	21,0	9,9	2,9	2,0	40,7	4,2	101,8	51,3	51,2	4.292
43	M. Natsumeda	31,2	2,4	17,0	7,8	2,3	2,0	40,1	8,0	98,8	46,3	67,5	4.651
44	M. Silva	37,8	2,8	24,5	12,6	3,5	3,3	34,9	13,5	86,4	73,7	59,2	3.564

continua

## ANEXO 10 - Continuação

Parcela	Produtor	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Rendimento
		g.kg <sup>-1</sup>						mg.kg <sup>-1</sup>				kg.ha <sup>-1</sup>	
45	M. Silva	35,7	3,1	24,0	17,8	4,8	2,1	34,6	8,9	71,7	85,9	45,7	3.911
47	M. Sumloka	35,7	3,4	27,5	15,6	4,3	2,2	42,8	10,8	78,9	67,7	84,5	4.753
48	M. Sumloka	32,2	3,3	26,5	16,0	4,3	1,9	40,5	8,9	93,2	60,9	69,0	4.480
49	E. Reis	33,3	2,3	24,0	11,7	3,6	2,8	35,8	11,7	72,1	53,7	68,3	4.058
50	E. Reis	32,2	2,3	24,5	12,0	3,2	2,8	26,6	11,7	65,0	49,1	47,7	4.078
51	M. Silva	35,0	2,3	16,0	10,7	4,5	2,1	42,2	4,2	114,0	43,8	29,1	3.540
52	M. Silva	33,6	2,9	22,0	10,0	3,2	1,9	43,8	4,2	113,6	42,6	37,7	4.576
54	J. Santos	40,6	3,5	28,5	12,9	3,3	3,5	45,3	11,7	105,5	149,1	118,8	4.347
55	J. Santos	32,6	3,0	24,0	12,0	2,9	2,5	35,8	9,9	81,7	79,8	78,7	4.760
56	L. Triches	48,0	2,7	29,0	7,9	3,1	2,2	40,8	13,5	96,0	72,2	58,0	3.396
57	L. Triches	43,4	4,0	24,0	9,4	3,6	2,4	44,1	11,7	93,6	82,9	66,1	3.324
58	L. Triches	31,5	2,6	24,0	12,8	3,7	3,3	48,8	8,0	76,9	64,5	50,0	3.187
59	L. Maran	46,6	2,8	24,0	18,0	4,1	2,4	39,4	8,9	125,4	70,0	69,0	4.516
60	L. Maran	39,2	3,2	23,5	18,0	4,1	2,5	37,1	8,9	110,4	72,3	65,1	5.006
61	I. Killian	38,9	3,2	24,0	10,7	2,8	1,7	43,9	11,7	76,9	67,5	59,2	4.585
62	I. Killian	37,8	3,5	29,0	9,5	2,6	2,0	43,2	7,6	32,0	49,9	71,7	5.430
63	M. Biagi	38,5	3,0	25,0	15,0	4,1	2,1	39,7	8,9	107,5	88,2	66,4	4.845
64	M. Biagi	41,0	3,2	19,5	15,9	5,0	2,3	36,9	8,9	103,9	97,2	69,0	4.925
65	O. Biagi	35,0	2,1	25,0	10,3	2,7	1,8	35,0	4,2	87,0	46,3	35,8	4.255
66	O. Biagi	33,6	2,5	24,0	9,8	2,6	2,1	34,8	6,1	95,9	37,5	48,3	5.583
67	O. Biagi	32,6	3,1	19,5	8,8	3,1	2,1	39,9	4,2	137,3	86,4	40,6	2.942
68	O. Biagi	36,8	2,8	25,0	10,0	3,7	2,4	42,2	6,1	116,6	53,8	46,4	4.412
69	D. ReolonG	37,5	2,6	20,5	9,2	3,4	2,0	37,6	4,2	116,6	116,4	55,0	3.983
70	D. ReolonG	27,3	2,1	22,0	9,9	3,1	1,4	38,9	4,2	78,1	68,8	54,0	3.787
72	G. Eberhardt	33,3	2,6	22,5	8,4	2,7	2,5	39,4	4,2	87,0	55,1	184,5	4.903
73	G. Eberhardt	33,6	2,6	22,0	8,8	3,1	2,5	40,1	6,1	98,8	78,8	170,2	4.821
74	G. Eberhardt	39,6	2,3	18,0	9,4	3,6	2,0	38,0	4,2	104,7	137,7	174,0	4.020
75	M. Suzuke	41,3	2,5	13,5	10,0	3,7	2,1	34,8	6,1	87,0	52,6	37,7	3.926
76	M. Suzuke	37,1	2,2	25,0	7,2	4,2	2,5	34,8	13,4	50,0	54,0	21,0	4.260
77	D. ReolonCi	33,3	3,1	21,5	12,6	4,8	2,7	46,2	13,5	60,2	61,4	85,6	4.335
78	D. ReolonCi	39,9	1,9	18,0	13,2	5,1	2,7	36,2	11,7	43,6	88,8	43,7	3.803

continua

ANEXO 10 - Continuação

Parcela	Produtor	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Rendimento
		g.kg <sup>-1</sup>						mg.kg <sup>-1</sup>					kg.ha <sup>-1</sup>
81	E.Zanata	38,2	3,6	28,5	15,5	4,3	2,2	38,8	8,9	164,9	70,0	103,9	4.421
82	E.Zanata	34,0	3,6	28,0	16,3	4,3	2,2	39,1	8,9	75,3	63,2	96,1	3.944
83	B.Nelsin	29,1	1,8	23,0	11,7	3,8	2,8	39,4	15,1	53,2	54,0	66,4	4.202
85	B.Nelsin	33,6	1,9	25,0	9,4	3,4	2,5	36,2	10,0	104,0	52,0	41,9	3.359
86	J. Hasekawa	38,5	3,7	23,5	15,3	4,9	1,9	41,9	10,8	111,1	90,5	122,0	4.652
87	J. Hasekawa	40,6	3,0	25,0	10,7	3,4	3,0	43,6	17,2	110,2	67,5	122,2	4.411
88	A.Freire	28,7	1,9	25,0	9,6	4,3	2,8	38,7	10,0	86,0	67,5	36,4	3.813
89	A.Freire	33,6	1,6	28,5	9,5	4,3	2,2	38,9	11,7	92,0	52,0	34,6	4.203
90	M.Carvalho	30,5	1,4	25,0	10,6	4,1	2,1	39,4	11,7	46,8	104,3	41,9	2.861
91	M.Carvalho	31,9	1,3	21,0	12,0	4,0	2,1	46,3	10,0	46,8	106,2	41,9	3.009
98	E.Stefanello	30,5	2,0	26,0	10,4	4,1	2,4	38,2	11,7	34,1	61,7	41,0	4.363
99	E.Stefanello	32,6	2,2	24,0	10,8	4,2	2,5	34,8	11,7	56,4	65,6	31,9	4.436
100	E.Stefanello	37,5	1,9	27,0	8,6	4,2	2,8	35,2	8,3	43,6	94,6	41,0	3.670
101	D.Parizzoto	44,1	2,9	17,5	12,4	4,5	2,5	35,1	8,0	96,0	36,8	46,3	4.763
102	D.Parizzoto	44,1	3,0	17,0	12,1	4,1	2,7	29,5	8,0	105,5	38,3	33,7	4.759
103	A.Cassol	37,1	2,8	17,5	11,0	5,1	2,3	34,3	8,3	30,9	42,4	33,7	3.961
104	A.Cassol	34,7	2,9	16,5	12,0	6,0	2,8	26,0	11,7	62,7	44,3	32,8	4.115
105	N.Meert-2	40,6	3,6	26,0	11,2	4,3	2,8	36,6	13,4	40,4	67,5	41,9	4.266
106	N.Meert-2	38,5	2,7	21,5	12,0	4,3	4,3	37,1	15,1	69,1	79,1	51,0	4.513
107	L.Wallauer	37,1	2,4	15,0	11,0	4,7	2,6	59,7	8,0	72,1	62,9	55,7	3.020
109	L.Wallauer	33,3	1,8	24,0	9,5	4,9	2,5	44,0	8,3	40,4	110,1	42,8	3.247
112	M.Mori	45,5	1,6	25,0	13,5	4,3	2,5	43,1	13,4	43,6	65,6	31,9	4.182
113	M.Mori	46,9	2,2	24,5	11,2	3,5	2,0	38,9	7,2	77,7	19,3	37,3	4.676
114	E.Yamamoto	43,8	3,0	25,0	11,7	4,1	2,5	41,0	5,6	95,4	24,7	41,5	3.290
115	E.Yamamoto	31,2	2,2	21,0	8,2	3,8	1,7	38,7	5,6	67,0	61,1	53,2	3.640
116	I.Schuambach	42,4	3,0	22,0	8,9	4,2	2,8	39,3	8,8	240,8	57,0	81,7	4.377

ANEXO 11 - Valores mínimo, máximo e médio de quantidades de nutrientes, por tonelada de grãos de soja, estimados a partir de 15 amostras coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, em lavouras da variedade CD 202, Dourados, MS, 2000/2001

Valor	Nutriente										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	kg.t <sup>-1</sup>					g.t <sup>-1</sup>					
Mínimo	62,5	4,0	14,3	1,9	2,3	2,8	24,2	3,8	61,5	13,6	64,2
Máximo	86,0	5,6	18,0	2,8	2,7	3,8	32,1	9,0	89,4	24,0	82,5
Médio	79,2	4,8	16,4	2,3	2,5	3,3	27,5	6,3	76,6	19,9	71,3

ANEXO 12 - Coeficientes de correlação linear de Pearson (r) entre as variáveis determinadas em amostras de solo coletadas na camada de 0 - 5 cm e o rendimento de grãos de soja, variedade CD 202, coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001

Variável	pH	T	V%	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
pH	-										
T	0,16 <sup>(1)</sup>	-									
V%	0,82 *	0,48 *	-								
P	0,06	- 0,20 *	0,02	-							
K	0,10	0,75 *	0,41 *	- 0,12	-						
Ca	0,49 *	0,88 *	0,77 *	- 0,11	0,69 *	-					
Mg	0,37 *	0,70 *	0,57 *	- 0,06	0,33 *	0,60 *	-				
Cu	0,05	0,66 *	0,34 *	- 0,19 *	0,42 *	0,62 *	0,41 *	-			
Fe	0,01	- 0,59 *	- 0,34 *	0,11	- 0,60 *	- 0,58 *	- 0,28 *	- 0,44 *	-		
Mn	0,07	0,52 *	0,35 *	- 0,26 *	0,51 *	0,58 *	0,17	0,62 *	- 0,47 *	-	
Zn	0,21 *	0,36 *	0,32 *	0,21 *	0,37 *	0,51 *	0,01	0,51 *	- 0,25 *	0,40 *	-
Rendimento	0,21 *	0,12	0,26 *	0,08	0,25 *	0,29 *	- 0,10	- 0,02	- 0,11	0,21	0,29 *

<sup>(1)</sup> \* = significativo a 5% de probabilidade



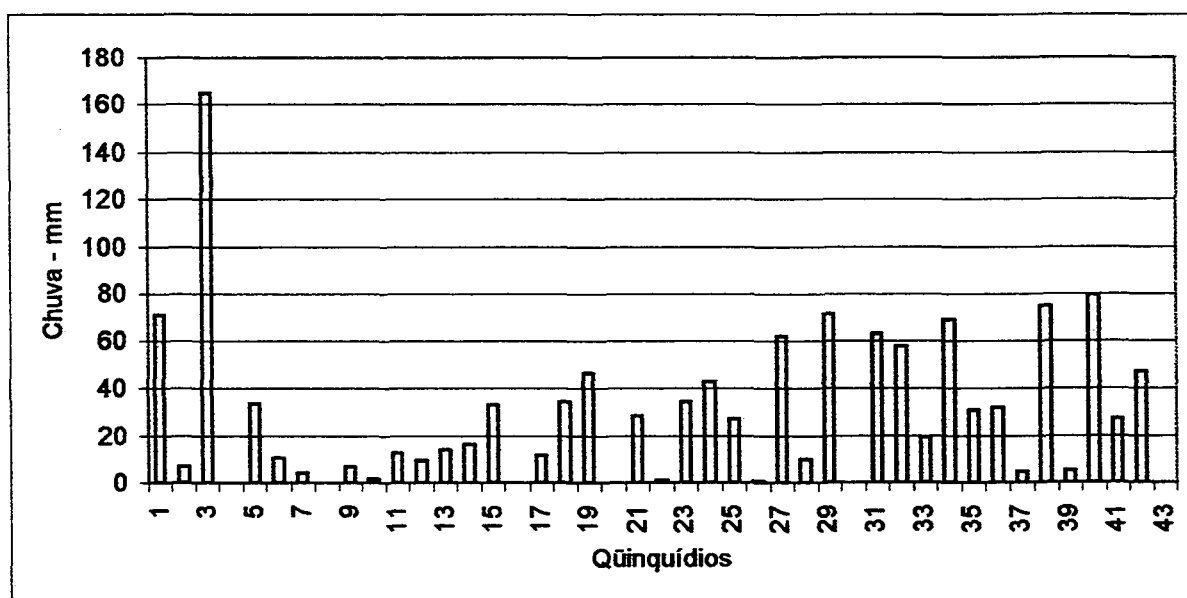
**ANEXO 13 - Coeficientes de correlação linear de Pearson (r) entre quantidades de nutrientes determinadas em amostras de solo da camada de 0 - 10 cm e rendimento de grãos de soja, variedade CD 202, coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001 <sup>(1)</sup>**

Variável	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
P	-							
K	-0,17	-						
Ca	-0,12	0,73 *	-					
Mg	-0,44	0,29 *	0,62 *	-				
Cu	-0,18 *	0,48 *	0,65 *	0,45 *	-			
Fe	-0,11	-0,63 *	-0,59 *	-0,30 *	-0,45 *	-		
Mn	-0,32 *	0,62 *	0,64 *	0,20 *	0,65 *	-0,52 *	-	
Zn	0,18 *	0,44 *	0,52 *	0,05	0,53 *	-0,25 *	0,43 *	-
Rendimento	0,09	0,26 *	0,27 *	-0,12	-0,12	-0,09	0,22 *	0,30 *

<sup>(1)</sup> As quantidades dos nutrientes foram resultantes das somas dos valores obtidos nas análises feitas nas camadas 0 - 5 cm e 5 - 10 cm

\* = significativo a 5% de probabilidade

**ANEXO 14 - Distribuição de chuvas, por quinquídio, a partir de 1º de setembro de 2000 a de 31 março de 2001, na Região Sul do Mato Grosso do Sul [EMBRAPA Agropecuária Oeste (dados não publicados)]**



ANEXO 15 - Valores mínimos, máximos, média, coeficiente de variação (CV%) e o  $D_{\max}$  do teste de Kolmogorov-Smirnov para rendimento de grãos e variáveis determinadas pela análise química foliar em amostras de soja de baixo rendimento ( $< 3.500 \text{ kg.ha}^{-1}$ ), variedade CD 202, coletadas na Região Sul do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, 2000/2001

Variável	Valor			CV (%)	$D_{\max}$
	Mínimo	Máximo	Média		
Rendimento ( $\text{kg.ha}^{-1}$ )	2.389	3.395	3.080	9,52	0,182 ns <sup>(1)</sup>
N ( $\text{g.kg}^{-1}$ )	30,45	47,95	37,33	14,44	0,156 ns
P ( $\text{g.kg}^{-1}$ )	1,25	3,98	2,54	29,15	0,101 ns
K ( $\text{g.kg}^{-1}$ )	15,00	29,00	22,00	17,98	0,227 ns
Ca ( $\text{g.kg}^{-1}$ )	7,90	15,30	10,90	17,00	0,114 ns
Mg ( $\text{g.kg}^{-1}$ )	3,10	4,90	4,02	13,76	0,157 ns
S ( $\text{g.kg}^{-1}$ )	2,05	3,32	2,48	15,56	0,160 ns
B ( $\text{g.kg}^{-1}$ )	36,20	59,70	44,57	14,21	0,180 ns
Cu ( $\text{g.kg}^{-1}$ )	4,20	15,30	9,49	37,03	0,111 ns
Fe ( $\text{g.kg}^{-1}$ )	40,40	137,30	76,91	34,82	0,146 ns
Mn ( $\text{g.kg}^{-1}$ )	24,66	170,00	81,70	46,29	0,117 ns
Zn ( $\text{g.kg}^{-1}$ )	21,10	78,00	48,17	27,18	0,214 ns

<sup>(1)</sup> ns = não significativo a 5% de probabilidade